



**Daniel Santos do
Couto**

**Estudo e Implementação das Metodologias 5S e
SMED na RODI.**



**Daniel Santos do
Couto**

**Estudo e Implementação das Metodologias 5S e
SMED na RODI.**

Relatório de projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Doutor António Carrizo Moreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais pela oportunidade de frequentar o Ensino Superior e por todo o apoio demonstrado ao longo do meu percurso académico.

Dedico aos meus amigos por todas as vivências partilhadas.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Maria João Machado Pires da Rosa

Professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Álvaro Frederico Campos Vaz

Professor auxiliar do Departamento de Química da Universidade da Beira Interior

Prof. Doutor António Carrizo Moreira

Professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de agradecer à empresa RODI, S.A. pela oportunidade concedida. Agradeço ao meu orientador da empresa, Sr. Paulo Ferreira, pelo seu acompanhamento e ajuda no decorrer do meu estágio. Agradeço ao meu orientador da Universidade de Aveiro, Professor Doutor António Carrizo Morreira, pelo apoio, disponibilidade e paciência demonstrados ao longo deste estágio. Agradeço também à Universidade de Aveiro pela experiência vivida ao longo deste caminho.

palavras-chave

Lean, 5S, SMED, mudança de ferramentas, melhoria contínua.

resumo

Actualmente as empresas vivem num ambiente onde a flexibilidade operacional e a rapidez de resposta ao cliente se tornaram factores chave para a sobrevivência de qualquer organização. Períodos de resposta longos e ineficiência nas mudanças de produção não são tolerados. Nos mercados actuais a diversificação dos produtos é cada vez maior, sendo oferecidas maiores possibilidades de escolha aos clientes.

O *lean thinking* é uma abordagem às práticas de gestão, que orienta a sua acção para a eliminação gradual do desperdício através de procedimentos simples.

O objectivo do presente trabalho não é apenas analisar o processo de *setup* de uma secção da RODI, mas também, melhorar a sua produtividade, através da aplicação das metodologias 5S e *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Pretende-se mostrar que é possível obter importantes ganhos na redução do tempo de *setup* apenas com recurso a melhorias organizacionais e com recurso a pequenos investimentos. Para isso, apresenta-se um estudo de caso onde se detalham a caracterização da situação inicial e a passagem pelas várias etapas ao longo da implementação da metodologia.

Na parte final do trabalho são quantificados os ganhos e discutem-se os resultados. O trabalho termina com a apresentação das conclusões.

keywords

Lean, 5S, SMED, change of tools, continuous improvement.

abstract

Currently companies live in an environment where flexibility and quick responsiveness towards costumers become key factors for their survival. Long periods of unresponsiveness and inefficiency in production changes are not tolerated. In current markets product diversification is increasing, therefore offering wide range of product possibilities to costumers.

Lean thinking is an innovative managerial practice, focusing its actions towards the gradual elimination of waste through simple procedures.

The objective of the current work is not only analyze de setup process of are of RODI's manufacturing sections, but also, to improve RODI's productivity, through the application of the 5S and Single Minute Exchange of Die (SMED) methodologies. We pretend to show that it's possible to reduce the setup time only with organizational improvement and with small investments. To do that we present a case study where we characterize the initial situation and report the way through the several stages of the methodology.

In the final part of this work we quantify the gains and discuss the results. The work ends with the conclusions presentation.

Índice

Índice.....	i
Índice de Figuras	iii
Índice de Tabelas	iv
Acrónimos.....	v
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização do trabalho.....	1
1.2. Apresentação do tema.....	1
1.3. Estrutura do relatório	2
2. Enquadramento teórico.....	5
2.1. Produção Artesanal	5
2.2. Produção em Massa	6
2.3. Produção <i>Lean</i>	6
2.3.1. <i>Muda</i>	9
2.3.2. Princípios do <i>Lean Thinking</i>	11
2.4. Ferramentas e Técnicas	13
2.4.1. Metodologia 5S.....	14
2.4.2. <i>Single Minute Exchange of Die</i>	17
3. Metodologia	25
4. RODI, S.A.....	27
4.1. Apresentação da Empresa	27
4.2. Produtos	29
4.3. Mercados.....	30
4.4. Processo Produtivo.....	31
4.4.1. Formação do aro	33
4.5. <i>Layout</i>	33
5. Caracterização da situação encontrada	35
5.1. Introdução inicial da metodologia 5S	36
5.2. Implementação do SMED	41
5.2.1. Diagnóstico Inicial.....	41
5.2.2. Separação das operações externas e internas	45
5.2.3. Conversão das operações internas em externas	47
5.2.4. Optimizar <i>setup</i>	47
5.2.5. Resultados da implementação da metodologia.....	50

6. Conclusões	55
Bibliografia e Webgrafia	57
Anexo A – <i>Layout</i>	
Anexo B – Auditoria 5S	
Anexo C – Registo de tarefas	
Anexo D – Registo de tarefas	
Anexo E – Registo de tarefas	
Anexo F – Folha de Parâmetros: Calandra	
Anexo G – Folha de Parâmetros: Carimbo	
Anexo H – Instrução de Trabalho: Calandra	
Anexo I – Instrução de Trabalho: Carimbo	
Anexo J – Instrução de Trabalho: Fecho	
Anexo K – Instrução de Trabalho: Corte	

Índice de Figuras

Figura 1 – Evolução das filosofias de produção.	8
Figura 2 – Os 8 tipos de <i>muda</i>	10
Figura 3 – Princípios <i>lean thinking</i>	11
Figura 4 – Os 5S.	14
Figura 5 – Componentes do tempo de <i>setup</i>	19
Figura 6 – Motivações para a redução do tempo de <i>setup</i>	20
Figura 7 – Etapas da metodologia SMED.	22
Figura 8 – Objectivo do SMED.	23
Figura 9 – Instalações da empresa.	27
Figura 10 – Aros Perfil Simples vs Perfil Duplo.	30
Figura 11 – Rodas RODI.	31
Figura 12 – Fluxograma geral para os aros de alumínio.	32
Figura 13 – Secção de formação de aros de perfil duplo.	35
Figura 14 – 5S.	36
Figura 15 – Aplicação do <i>Seiri</i> e <i>Seiton</i> no posto de trabalho.	37
Figura 16 – Aplicação do <i>Seiri</i> e <i>Seiton</i> no armário da secção.	38
Figura 17 – Aplicação do <i>Seiso</i>	39
Figura 18 – Painel de informação.	40
Figura 19 – Mesa de apoio ao registo.	40
Figura 20 – Tempo dispendido no <i>setup</i> no mês de Fevereiro.	43
Figura 21 – Resumo dos valores de mudança de ferramentas.	45
Figura 22 – Resumo da 1ª fase do SMED.	46
Figura 23 – Resumo da 2ª fase do SMED.	47
Figura 24 – Padronização de ferramentas.	48
Figura 25 – Resumo da 3ª fase do SMED.	49
Figura 26 – Tempo dispendido no <i>setup</i> no mês de Setembro.	51
Figura 27 – <i>Boxplot</i> de tempo de <i>setup</i> antes e após implementação do SMED.	53

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Percentagem de tempo estimado das várias etapas do <i>setup</i>	21
Tabela 2 – Principais componentes de máquinas.....	42
Tabela 3 – Tempo médio de <i>setup</i> /equipamento e desvio padrão associado pré-SMED. 43	
Tabela 4 – Fases de troca de ferramentas.	44
Tabela 5 – Separação das actividades externas e internas.	46
Tabela 6 – Alterações efectuadas nos equipamentos.....	48
Tabela 7 – Resultados obtidos com o SMED.....	50
Tabela 8 – Comparação do tamanho médio do lote.	52
Tabela 9 – Tempo médio de <i>setup</i> /equipamento e desvio padrão associado pós-SMED.	52
Tabela 10 – Ganho de tempo Pós-SMED.....	52
Tabela 11 – Custo posto	53
Tabela 12 – Custo <i>setup</i>	54

Acrónimos

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IT	Instrução de trabalho
JIT	<i>Just-in-time</i>
OF	Ordem de fabrico
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
WIP	<i>Work in progress</i>

1. Introdução

1.1. Contextualização do trabalho

Segundo o *Institute of Industrial Engineers* (2010), a Engenharia Industrial ocupa-se do projecto, instalação e melhoria de sistemas integrados de pessoas, materiais, informação, equipamentos e energia. As ferramentas a si associadas visam a análise e projecto de engenharia, para especificar, prever e avaliar os resultados a serem obtidos por esses sistemas. O presente documento pretende relatar o trabalho executado no âmbito da cadeira de Estágio/Projecto/Dissertação inserida no currículo de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade de Aveiro.

Este trabalho tem como objectivo dar a conhecer as metodologias 5S e *Single Minute Exchange of Die* (SMED), bem como os resultados consequentes da sua implementação na RODI.

1.2. Apresentação do tema

Actualmente, sempre com o intuito de enfrentar as sucessivas alterações de mercado, assim como a globalização, as empresas procuram recorrer a políticas e práticas que visam reduzir desperdício e aumentar o valor do produto para o cliente final. Em média, 40% dos custos de qualquer negócio são desperdício, e a sua eliminação torna as empresas mais rentáveis, ágeis e flexíveis (Pinto, 2008). A melhor maneira de eliminar esses custos e desperdícios é através da integração da filosofia *lean* em toda a organização. Os resultados alcançados pela maioria das empresas que adoptaram esta filosofia de gestão são extremamente positivos dado que, com menos esforço humano, menos equipamentos, menos espaço e menos tempo, conseguem melhorias substanciais.

O conceito *lean production* ou *lean manufacturing* tem origem na obra de Womack, Jones e Roos (1990) e foi uma evolução natural do sistema de produção utilizado pela empresa Toyota, designado por *Toyota Production System* (TPS) (Pinto, 2009).

A denominação *lean thinking* surgiu pela primeira vez como conceito de gestão empresarial pelos autores Womack e Jones (2003). Eles referem-se ao *lean thinking* como uma abordagem inovadora às práticas de gestão que, de forma autosustentada, elimina o desperdício e, consequentemente, promove a criação de valor. Womack e Jones (2003) referem-se ao *lean thinking* como o “antídoto para o desperdício”.

O *lean thinking* propicia uma maneira de se fazer mais com menos, produzir de acordo com o que o cliente deseja, nas quantidades e momentos certos, mas com menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço. Reduzem-se os desperdícios e abrem-se novas janelas de oportunidades para as organizações se adaptarem e se desenvolverem num mundo cada vez mais complexo e instável (Pinto, 2008).

Portanto, é extremamente importante que se invista na inovação, na eliminação dos desperdícios e na alteração dos métodos de gestão tradicionais, tanto a nível da produtividade como ao nível da qualidade.

Para se compreenderem melhor as dificuldades e os métodos que envolvem a alteração do sistema produtivo numa empresa foi elaborado este projecto, onde se descreve a aplicação da filosofia *lean* no contexto industrial, através da aplicação de duas ferramentas características desta filosofia de gestão: os 5S e o SMED.

Os 5S são uma ferramenta de gestão desenvolvida no Japão por volta da década de 50 pela Toyota. É muito utilizada na área da qualidade e é usada na organização dos postos de trabalho, de forma a aumentar a produtividade e a diminuir os desperdícios associados aos processos de fabrico.

O *Single Minute Exchange of Die* (SMED) é também uma técnica de melhoria que se tem alastrado por todo o mundo e tem como principais vantagens a redução do tempo de *setup*, a redução de *stocks*, a redução de recursos, o aumento da flexibilidade e o aumento controlo do processo (McIntosh, Culley, Mileham e Owen, 2001).

1.3. Estrutura do relatório

O trabalho apresentado encontra-se dividido em seis capítulos. O primeiro consiste numa abordagem introdutória explicando a necessidade de realização deste trabalho.

O segundo capítulo refere-se aos conceitos teóricos pesquisados necessários para uma correcta aplicação da filosofia *lean*.

A descrição da metodologia implementada na RODI é exposta no terceiro capítulo.

O caso de estudo é apresentado no quarto capítulo onde é descrita a empresa onde foi realizado o trabalho, dá a conhecer a sua cultura e a metodologia com que trabalha, incluindo uma breve abordagem aos produtos fabricados.

No quinto capítulo, que corresponde ao núcleo central do projecto, faz-se uma abordagem inicial dos problemas em causa e são identificadas as estratégias para a resolução dos mesmos. No geral, é um capítulo com uma abordagem prática que pretende expor a sequência de procedimentos na realização do projecto.

Para finalizar, o sexto capítulo é toda uma síntese do trabalho realizado, concluindo e analisando os resultados obtidos, sendo também apontadas algumas linhas a seguir numa investigação futura.

2. Enquadramento teórico

O termo *lean* tem subjacente uma filosofia de produção na qual todas as actividades devem gerar valor acrescentado ao produto final com o objectivo de eliminar tudo que é fonte de desperdício na cadeia de valor. O *lean manufacturing* teve origem no ano de 1950, na *Toyota Production System*. Para abordar este tipo de sistema é necessário começar por descrever os sistemas de produção que lhe antecederam, nomeadamente a produção artesanal e a produção em massa. O objectivo desta evolução, que tem melhorado devido a novas ideias, conceitos e técnicas, é tornar a produção mais económica, diminuindo os desperdícios.

2.1. Produção Artesanal

Em vigor no século XIX (antes da revolução industrial), a produção artesanal ou *craft production* baseava-se na existência de produtos únicos, uma vez que estes ao serem produzidos, usando ferramentas rudimentares, era impossível que dois produtos fossem iguais. Mas, neste tipo de produção, o preço a pagar por um bem era elevadíssimo e muita gente não conseguia comprar. Manufacturar uma maior ou menor quantidade de bens não interferia muito no preço de cada bem, ou seja, não havia decréscimo no preço por se fabricar uma maior quantidade de produto (Womack, Jones, e Roos, 1990).

Este tipo de produção era muito usada na indústria automóvel, que usava operadores bastante qualificados e ferramentas simples e, ao mesmo tempo, flexíveis de modo a conseguir fazer o produto de acordo com o desejo do consumidor. Foi no sector industrial que surgiram mais problemas, visto que, como cada operador usava calibrações diferentes para as peças que produzia, no final, estas precisavam de ser limadas de modo a encaixarem umas nas outras, de forma a obter um produto homogéneo. Assim, não existiam dois carros iguais e, podiam diferir em tamanho, entre outras características. Não usar um sistema de calibragem padrão era então a grande razão para o problema (Womack, Jones, e Roos, 1990).

Actualmente, a *Aston Martin*, ainda usa este tipo de produção, produzindo carros individualmente e à medida, volumes de produção reduzidos, mas usando sempre trabalhadores bastante especializados.

2.2. Produção em Massa

Era necessário resolver os problemas da produção artesanal, designadamente, custos elevados, baixo volume de produção, falta de qualidade do produto. As restrições existentes na produção artesanal e a revolução industrial deram o início a um novo sistema de produção, a produção em massa ou *mass production* (Womack, Jones e Roos, 1990). Com o surgimento das máquinas, os operadores qualificados eram projectados para a delineação do produto e este era feito nas máquinas por operadores com menos qualificação. Com as máquinas já era possível padronizar produtos e elaborar a mesma quantidade de produtos sem despendar tanto tempo (usando várias técnicas como o *flow*, economias de escala). Contudo, este tipo de produção também tem as suas desvantagens, tais como a pouca variedade de produtos, geração de enorme quantidade de stocks e tempos de *setup* elevados.

Este sistema teve como mentor Henry Ford que conseguiu revolucionar a indústria com o *Model T*, usando princípios de Taylorismo, organizando racionalmente o trabalho e desenvolvendo técnicas bastante avançadas e inovadoras. O sistema de Ford passa por aperfeiçoar linhas de montagem e tem dois princípios-base, sendo eles, um homem nunca deve dar mais que um passo e nenhum homem se pode inclinar sobre algo, ou seja, o objectivo de Ford era levar o trabalho para os homens e nunca o contrário (Ford e Crowther, 1922). Ford baseou-se no conceito de *standard work*, ou seja, havia uma divisão em tarefas, onde cada operário fazia apenas uma tarefa muito simples, de forma repetitiva e sem se movimentar, o que reduziu drasticamente o tempo de fabrico ou montagem de algumas peças, melhorou os resultados da produtividade, possibilitou a melhoria contínua do processo e a identificação de desperdícios.

Porém, além de qualidade, baixo preço e acessibilidade, o mundo queria mais variedade e Henry Ford não soube responder a esta procura. Devido à entrada de novos concorrentes com novos sistemas de produção, o sistema entrou em declínio por volta de 1970 (Womack, Jones e Roos, 1990).

2.3. Produção *Lean*

A produção em massa já tinha alguns princípios *lean* (criação de linhas de montagem, redução dos deslocamentos, cuidados com a ergonomia), todavia ainda faltavam outros que eram essenciais para responder a todo o tipo de procura, mais concretamente, o excesso de inventário e a falta de variabilidade. Uma vez que a produção em massa estagnou, a

indústria precisou de criar um novo sistema que se veio a designar por *lean manufacturing*. Este sistema teve origem na empresa japonesa *Toyota*, em meados do século XX. O sistema *Toyota Production System* (TPS) foi criado por Taiichi Ohno e pela sua equipa e baseou-se na produção em massa, tomando tudo o que era impacto (grande capital, grandes *stocks*, grandes tempos de *setup*, entre outros) como desperdício e, gradualmente, foi possível reduzir esses impactos e a qualidade aumentou (Womack, Jones, e Roos, 1990). O TPS evoluiu para um sistema de renome mundial e é com base nele que têm vindo a ser desenvolvidas novas técnicas e conceitos. O *kaizen*, palavra que está relacionada com a melhoria contínua, tem sido usado cada vez mais nas empresas.

O *lean* foi publicamente divulgado em 1990, aquando o lançamento do livro *The Machine That Changed The World*, de Womack, Jones e Roos (Pinto, 2009).

Segundo Womack, Jones e Roos (1990), a produção *lean* é “lean” pois usa, comparando com a produção em massa, metade do esforço humano, metade do investimento, entre outros. O produtor *lean* combina as vantagens dos dois tipos de produção já mencionadas, produzindo sempre o que é necessário, quando necessário e nas quantidades necessárias, tendo sempre como objectivo final eliminar o *muda* (desperdício). Como tal, para eliminar o desperdício é necessário analisar toda a cadeia de valor, ou seja, verificar erros que requerem correcção, partes do processo que não são realmente necessárias, em suma, actividades que utilizem recursos mas que não acrescentam valor ao produto.

O *lean manufacturing* pretende produzir maiores quantidades, com menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo espaço, tentando sempre satisfazer o desejo do cliente e, se possível, exceder as suas expectativas. Os produtos *lean* visam, deste modo, a perfeição, um produto com zero defeitos, uma descida contínua de preços e uma variedade de produtos sem fim. Nenhum produtor *lean* atingiu esta perfeição, mas a busca por essa perfeição pode gerar resultados surpreendentes (Womack, Jones, e Roos, 1990).

Lean production ou *lean manufacturing* foram designações que se tornaram populares com a publicação de Womack, Jones e Roos (1990), onde é demonstrada a superioridade da indústria japonesa em relação à indústria americana e europeia. O *lean production* surge no ocidente com base no sistema de produção da *Toyota*, o *Toyota Production System*, sendo uma tentativa de aproximação a este sistema japonês, que visa, principalmente, reduzir os custos de operações sem valor acrescentado e em melhorar a flexibilidade perante a variabilidade da procura.

Para Wilson (2010) existem duas diferenças fundamentais entre o TPS e o *lean production*. Em termos simples, primeiro, o TPS é um sistema de produção, focado na

quantidade, sendo construído com base numa fundação sólida de controlo de qualidade. *Lean* é também um sistema de controlo de quantidade mas, quase sempre, nas aplicações *lean*, o sistema de controlo da qualidade necessita de ser mais desenvolvido. Em segundo, o TPS é um sistema de produção conduzido e suportado pela cultura *Toyota*. Outras empresas *Lean*, pelo menos nos primeiros anos de implementação, não estão tão fortes, focadas ou com a maturidade da *Toyota*. No entanto, com muito trabalho, especialmente na cultura, estas empresas conseguem ter um sistema de produção que se aproxima do TPS em excelência. É por isso que podemos dizer que embora o TPS seja *lean*, nem todo o *lean manufacturing* é executado com os standards do TPS.

Na figura 1 podemos visualizar a evolução das filosofias de produção ao longo do século XX, bem como os principais responsáveis pela concepção e desenvolvimento dessas filosofias.

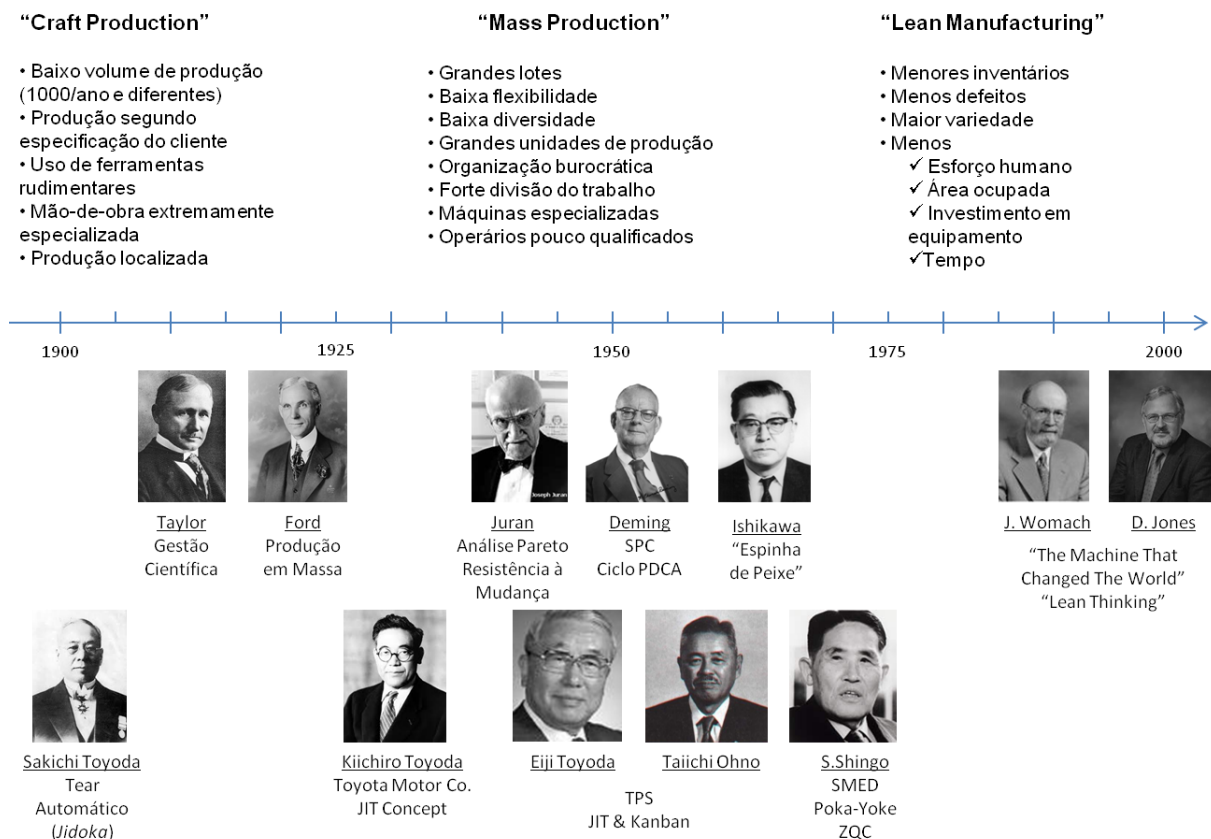


Figura 1 – Evolução das filosofias de produção.

Fonte: Cardoso (2009)

2.3.1. Muda

Muda é a palavra japonesa para desperdício e caracteriza, especificamente, qualquer actividade humana que utiliza recursos mas não cria qualquer valor. Bens e serviços que não vão de encontro às necessidades dos clientes são a causa de desperdício, como por exemplo: movimento de operadores, erros que requerem rectificação e transporte de bens de um sítio para o outro sem qualquer finalidade (Womack e Jones, 2003).

Quando se pensa em eliminação absoluta de desperdício, é necessário ter em mente dois pontos. Melhorar a eficiência de algo apenas faz sentido se estiver associada uma redução de custo. Para conseguir isto, apenas pode ser produzido o que for necessário usando a menor quantidade possível de mão-de-obra. A eficiência dos operadores e de cada linha tem de ser analisada, seguindo-se a eficiência de todos os operadores como um conjunto e a eficiência de todas as linhas da fábrica. Se for considerado apenas o trabalho que é necessário como trabalho real e definir o resto como sendo desperdício, a capacidade das linhas é igual ao trabalho somado com o desperdício. Assim, a melhoria de eficiência surge quando não se produz desperdício e se consegue uma percentagem de trabalho de 100% (Ohno, 1988).

O pensamento *lean* surge como um antídoto ao *muda* pois fornece uma maneira de especificar o valor, alinha as acções que criam valor na melhor sequência, conduz estas actividades sem interrupção sempre que alguém as requisita e realiza-as cada vez com mais eficácia. Esta forma de pensar é *lean* porque fornece uma forma de fazer mais com menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço. Tudo isto enquanto se aproxima cada vez mais de fornecer aos clientes o que eles realmente querem (Womack e Jones, 2003).

Womack e Jones (2003) referem que Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdício para o TPS. No livro eles acrescentam mais um tipo de muda, conforme se apresenta na figura 2. Os oito tipos de *muda* são os seguintes:

- O **projecto dos bens** considerado por Womack e Jones (2003) como um tipo de *muda* que abrange os produtos que possuem um projecto que não corresponde às necessidades dos clientes. O fabrico de produtos ou peças defeituosas representam não só custos relacionados com o preço dos materiais utilizados, mas também custos com mão-de-obra.
- O **excesso de produção** ocorre quando se produz em grandes lotes, ou se produz mais do que o cliente deseja, para minimizar possíveis tempos de *setup* bastante longos. No entanto, este excesso leva à acumulação de *stocks*.



Figura 2 – Os 8 tipos de muda.

Fonte: Almeida (2010)

- O **tempo de espera** é o tempo em que os produtos esperam a chegada dos recursos, como materiais, pessoas, equipamentos ou informações. Não acrescenta valor ao produto e ainda tem como consequência elevados *lead times*, o que causa atrasos nas entregas, o que é considerado desperdício.
- O **transporte** é responsável por todo o fluxo de materiais que não acrescenta valor ao produto. Deve ser otimizado de forma a evitar deslocações excessivas, que trazem prejuízo desnecessário de capital, tempo e energia.
- Os **processos inadequados** são os que não são realmente necessários. É um desperdício derivado da forma incorrecta de utilização dos equipamentos, ferramentas e aplicação de procedimentos complexos. Retrabalho e reembalamento são exemplos deste desperdício.
- O **excesso de stocks**, de matéria-prima ou de produtos acabados, apenas causa desperdício e problemas, nomeadamente espaço de armazenamento, custos adicionais de transporte e armazenamento, deterioração, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente. Aplicar a filosofia *lean* faz aparecer os problemas ocultados pelos *stocks* (atrasos nas entregas dos clientes, defeitos, *lead time* elevados e falta de capacidade de resposta devido aos elevados tempos de

setup), de forma a resolvê-los. O ciclo mantém-se até não haver problemas, o que leva a uma melhoria contínua.

- A **movimentação desnecessária** envolve movimentos no posto que não acrescentam valor ao produto final, causados principalmente pela desorganização de postos. Portanto, estudar e elaborar um desenho dos postos de trabalho que permita ao operador o acesso rápido e fácil a todas as ferramentas necessárias é um acto que se deve desenvolver.
- Os produtos que possuem **defeito** têm de voltar a ser trabalhados ou eliminados. São um tipo de desperdício que deve ser eliminado, pois os seus custos são elevados e, como tal, é preciso elaborar tudo correctamente à primeira vez com o objectivo dos zero defeitos. Manufaturar produtos defeituosos é sinónimo de desperdiçar materiais, mão-de-obra, movimentação de materiais defeituosos e outros.

2.3.2. Princípios do *Lean Thinking*

Segundo Womack e Jones (2003) o *lean thinking* é um poderoso antídoto para combater o desperdício, que se baseia no seguinte: especificar o valor, identificar toda a cadeia de valor, criar etapas de valor para os produtos fluírem sem interrupção, deixar os clientes puxarem o valor da empresa e atingir a perfeição. São estes os cinco princípios do *lean thinking*, como se pode observar na figura 3.

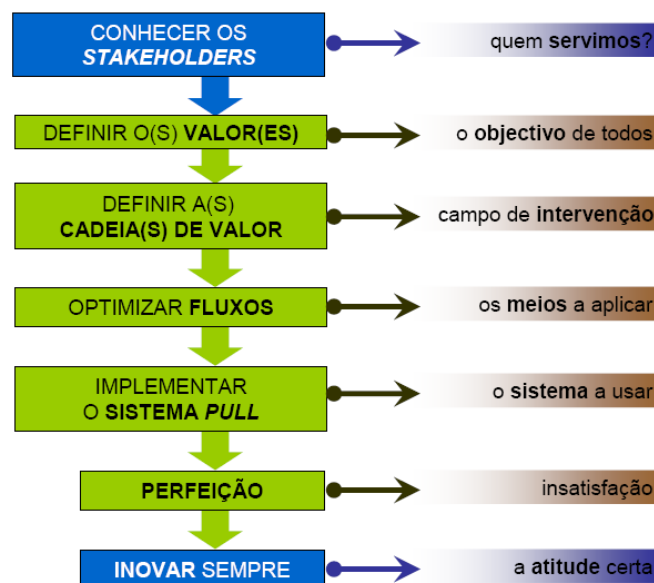


Figura 3 – Princípios *lean thinking*.

Fonte: Pinto (2008)

Valor

Como o próprio nome indica, este primeiro princípio consiste em dar um significado à palavra valor, sendo este o ponto de partida para o *lean thinking*. Segundo Womack e Jones (2003), é o próprio cliente que define a palavra, e não a empresa, visto que a empresa proporciona o valor que o cliente quer, isto é, soluções para os problemas, satisfação das necessidades, oferta de bons preços e entrega a tempo nas quantidades e qualidades pretendidas. Sempre que há algo que o cliente não quer pagar, é dito como desperdício, *muda*.

Cadeia de Valor

Este passo consiste em identificar a cadeia de valor para cada produto, ou seja, as tarefas necessárias para a realização de produto, desde a concepção à entrega ao cliente, processo que deve ser seguido pela empresa e que engloba três áreas:

- Desenvolvimento – Projecto, concepção e lançamento do produto.
- Gestão da informação – Recepção de encomendas, logística e planeamento.
- Transformação física – Produção e entrega ao cliente.

Neste passo, é extremamente importante que, ao analisar as tarefas do processo, as consigamos inserir num dos seguintes três tipos: as que têm valor acrescentado, as que não geram valor mas que são necessárias e, as que não têm valor acrescentado e são desnecessárias, sendo estas últimas as actividades que devem ser eliminadas imediatamente.

Fluxo

Após o primeiro e o segundo princípios estarem concluídos, neste passo alinham-se as etapas que criam valor num fluxo de produção contínuo, sem interrupções. Contudo, há certas acções muito importantes que precisam ser feitas primeiro: mudança da mentalidade das pessoas, pôr de lado a ideia de produção por departamentos como a melhor alternativa. Trabalhar em lotes é uma alternativa, as tarefas são realizadas com muito mais eficiência e precisão, já que o produto é trabalhado continuamente, desde a matéria-prima ao produto final.

Porém, após a Segunda Guerra Mundial, Ohno e seus colaboradores concluíram que o desafio era a criação de um fluxo contínuo na produção de pequenas quantidades, algo

que foi conseguido ao aprender a mudar rapidamente as ferramentas de um produto para outro e ao dimensionar correctamente as máquinas, a fim de realizar etapas em simultâneo (Womack e Jones, 2003).

A criação de fluxos contínuos leva à redução do *lead time*, já que não existem *stocks* intermédios e a troca de ferramentas está optimizada. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá à empresa a capacidade de satisfazer as necessidades dos clientes quase instantaneamente.

Pull

O quarto princípio possibilita que seja o cliente a “puxar” o valor da organização, ou seja, só quando o cliente deseja algo é que a empresa o faz, o cliente puxa o produto. Este conceito de *pull* permite extinguir com a previsão de vendas, reduzir os *stocks* e valorizar o produto. Pelo contrário, nos sistemas de produção *push*, os materiais são “empurrados” de processo em processo, independentemente de tudo o resto. As encomendas dos clientes tornam-se muito mais estáveis quando estes sabem que podem conseguir de imediato o que pretendem. Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, ligam-se os processos que seguem o sistema *pull*.

Perfeição

Não há um fim para o processo de redução do esforço, tempo, espaço, custo e erros, e assim o quinto princípio começa a ser uma ideia mais próxima de ser alcançada, passa a ser possível começar a oferecer um produto cada vez mais perto do que o cliente realmente quer.

A busca da perfeição é conseguida através dos esforços das empresas, mas principalmente através de dialogar, trocar ideias e procurar continuamente melhores formas de criar valor, que só é conseguido quando cada trabalhador da empresa tem conhecimento de todo o processo do produto.

2.4. Ferramentas e Técnicas

Entre as ferramentas e técnicas *lean* mais importantes para a elaboração deste projecto estão os 5S e *Single Minute Exchange of Die* (SMED), abordados nos subcapítulos seguintes.

2.4.1. Metodologia 5S

A metodologia 5S, uma ferramenta usada no *lean manufacturing*, foi concebida por Kaoru Ishikawa em 1950, no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, provavelmente inspirado na necessidade, que havia então, de colocar ordem na grande confusão a que ficou reduzido o país após a derrota para as forças aliadas (Carvalho, 2010).

Nas empresas existem várias oportunidades, as quais são esquecidas e deixadas intactas, apesar do seu potencial para obtenção de lucros (Monden, 1984). Assim, o método 5S surge como uma das técnicas de melhoria com maior visibilidade. Segundo Monden (1998), esta ferramenta tem como principal objectivo aumentar a produtividade e diminuir o desperdício. Contudo, a sua essência é mudar as atitudes, o pensamento e o comportamento pessoal.

A metodologia é normalmente utilizada numa fase inicial do processo de implementação dos projectos *lean*, uma vez que vai permitir aos colaboradores envolvidos visualizarem os desperdícios, o que é um passo fundamental para a melhoria.

O nome desta metodologia provém das iniciais de cinco palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* (figura 4).



Figura 4 – Os 5S.

Adaptado de <http://www.tpfeurope.com/cms/view/44>

2.4.1.1. Descrição dos 5S

Seiri – Classificar

Com o primeiro S, *Seiri*, pretende-se que seja eliminado o inútil, isto é, observa-se o local de trabalho e realiza-se a selecção dos materiais que são ou não necessários, tais como ferramentas, informações, dados, entre outros.

Uma maneira simples de realizar a selecção é colocar no material que não é necessário neste posto de trabalho, uma etiqueta, bem visível, para que seja mais fácil saber o material que pode ser deslocado para outras zonas, visto estar a ocupar espaço e perturbar o trabalho. Geralmente, esse material é colocado num local temporário, a fim de ser avaliada a sua utilidade e ser removido posteriormente.

Vantagens da aplicação do *Seiri* (Classificar):

- Aumenta a produtividade, tanto ao nível das pessoas como das máquinas;
- Reduz o cansaço;
- Facilita as operações;
- Diminui riscos de acidente;
- Reduz os custos;
- Facilita o controlo de produção.

Seiton – Organizar

O segundo S, *Seiton*, tem como objectivo organizar o local de trabalho a fim de que qualquer material possa ser encontrado com facilidade, de forma a eliminar perdas de tempo e eficácia. Com o primeiro S concluído, só os materiais necessários é que serão organizados.

Nesta fase é preciso ter um critério, unânime, que defina os locais e o modo como organizar, ou seja, identificar a melhor maneira de dispor os materiais e tudo o resto que é necessário no local, mas facilitando sempre o seu uso, procura e arrumação.

Vantagens da aplicação do segundo S:

- Facilita o controlo do *stock*;
- Melhora o ambiente de organização;
- Melhora a disposição dos equipamentos;
- Limpeza do local de trabalho.

Seiso – Limpar

O terceiro S, *Seiso*, consiste numa limpeza do local de trabalho, repondo tudo no seu devido lugar. Um ambiente limpo é sinónimo de qualidade e segurança; é nestes tipos de ambiente que é mais fácil encontrar qualquer tipo de anomalia. Esta limpeza deve ser constante, diária pois rentabiliza mais o trabalho e as metodologias criadas pretendem que tudo o que já foi conseguido até esta etapa se mantenha, nomeadamente a limpeza, arrumação.

Vantagens da aplicação do terceiro S:

- Reduz as avarias causadas nas máquinas;
- Cria melhores condições para desenvolver o trabalho, juntamente com a aplicação do primeiro e segundo S.

Seiketsu – Padronizar

O quarto S, *Seiketsu*, sustentabiliza os anteriores S, ou seja, pretende manter, normalizar e controlar os três primeiros S, para que a empresa não corra riscos de voltar à situação inicial. É criada uma metodologia que identifica o que é necessário controlar, como se deve fazer, entre outros aspectos que se achem significativos.

Shitsuke – Disciplina

Este último S, *Shitsuke*, baseia-se na necessidade de um trabalho contínuo, com o objectivo de obter sempre mais e melhores resultados, com o objectivo de assegurar que a metodologia dos 5S é tornada num hábito. Nesta fase é ainda muito importante que cada colaborador use do seu poder criativo, comunique e partilhe como o resto do pessoal as suas ideias e valores.

A melhor forma de verificar a última etapa da metodologia é a realização de auditorias com recurso a formulários de avaliação aos diversos postos de trabalho.

Importa salientar que não basta apenas ser conhecedor da metodologia 5S: é preciso que seja capaz de a pôr em prática repetidamente, acabando por se tornar num método espontâneo e essencial para trabalhar num bom local de trabalho.

Em suma, as vantagens da aplicação da metodologia dos 5S são as seguintes:

- Aumento da produtividade;
- Obtenção de um ambiente limpo, prático e seguro;

- Evitar perdas de tempo na procura de ferramentas;
- Diminuição da ocupação excessiva do espaço;
- Melhoria das condições de trabalho;
- Diminuição dos riscos de acidente;
- Redução das necessidades de controlo;
- Incremento do crescimento pessoal e profissional.

2.4.2. *Single Minute Exchange of Die*

Single Minute Exchange of Die é conhecido como o sistema SMED e é mais um dos diversos métodos da produção *lean*, cujo objectivo é reduzir desperdícios de produção.

Como consultor da Toyota e de outros fabricantes japoneses, Shigeo Shingo, durante vários anos, desenvolveu uma metodologia para análise e redução dos tempos de *setup* nas prensas utilizadas na indústria automóvel (Shingo, 1989).

A publicação de Shingo (1985) inspirou alguns seguidores na tentativa de aperfeiçoar a sua metodologia. Surgiram ainda, ao longo dos anos, com a aplicação da metodologia noutros segmentos industriais e em equipamentos diferentes, algumas variações da metodologia. Estas variações e aperfeiçoamentos, embora com algumas diferenças relativamente à metodologia de Shingo (1985), seguem os mesmos princípios básicos.

A metodologia SMED é vista como uma abordagem científica que reduz o tempo de *setup* e que pode ser aplicada em qualquer unidade industrial ou máquina. Simplificar os procedimentos e reduzir os tempos de *setup* têm um enorme efeito na melhoria dos produtos, nomeadamente ao nível da qualidade.

No relato da criação do SMED, Sugai, McIntosh e Novaski (2007) distinguem três etapas para o desenvolvimento da metodologia que foi concebida ao longo de 19 anos. A primeira etapa ocorreu na Mazda Toyo Kogyo, na cidade de Hiroshima, em 1950. A segunda etapa foi na Mitsubishi Heavy Industries, em 1957 e a terceira e última etapa ocorreu em 1969, na Toyota Motors Company.

Na primeira etapa, após analisar as actividades de troca de matrizes de uma prensa, Shingo (1985) identificou e classificou as operações como *setup* interno e *setup* externo. O primeiro é quando essas actividades são executadas com a máquina parada e o segundo quando as máquinas se encontram em funcionamento.

Na segunda etapa foi efectuada a duplicação de ferramentas para que o *setup* fosse feito separadamente, originando um aumento de 40% na produção.

Na terceira etapa cada operação de *setup* de uma prensa de 1.000Ton exigia quatro horas de trabalho, enquanto que uma prensa similar na Volkswagen exigia apenas duas horas. Numa primeira fase do seu trabalho de consultoria, Shingo (1985) conseguiu uma redução desse tempo para 90 minutos. Após exigência da direcção da Toyota, aplicaram-se mais esforços na redução do tempo, originando o conceito de conversão de *setup* interno em *setup* externo, isto é, a transferência de algumas actividades com a máquina parada para a altura em que esta estivesse em funcionamento. Dessa forma, houve uma considerável redução do tempo da máquina parada para apenas três minutos. Assim, Shingo criou a sua metodologia, que na versão em inglês recebeu a sigla SMED (Sugai, McIntosh e Novaski, 2007).

Shingo (1985), durante o seu estudo, questionou as empresas sobre as suas grandes dificuldades tendo-se, muitas delas, referido à produção em pequenos lotes e diversificada. Quando tentou perceber o porquê, reparou que a dificuldade principal era geralmente o número de operações de *setup* necessárias – afinações, mudança de ferramentas ou moldes. Para produzir uma grande variedade de produtos em pequenos lotes é necessário um número elevado de mudanças. Mesmo que o seu número não possa ser reduzido, o tempo de *setup* em si pode ser melhorado.

Moxham e Greatbanks (2001) centram-se nos pré-requisitos para a implementação da metodologia SMED aos quais chamam SMED-ZERO. Este trabalho, realizado na área têxtil, refere que a técnica poderá ser ineficaz devido a barreiras culturais, processuais e de gestão. Os autores referem que vencer estas barreiras é fundamental para garantir o sucesso da implementação desta ferramenta. Esta publicação pretende contribuir para o desenvolvimento da metodologia ao nível da preparação para a implementação propriamente dita. De facto, a publicação de Shingo (1985) centra-se apenas na metodologia propriamente dita e na implementação em prensas. As dificuldades aumentam exponencialmente quando se muda de equipamento e de ramo de actividade, em que a força de trabalho não esteja culturalmente tão preparada para a mudança. Embora façam referência a questões importantes como a comunicação entre equipas de trabalho, envolvimento da gerência, medição dos resultados, gestão visual, comunicação interna do progresso do trabalho deveriam referir ainda a importância da formação dos colaboradores do projecto na metodologia SMED. A formação, como meio de preparação, em que se faça uma demonstração de como é fácil simplificar e reduzir o tempo de *setup* através desta metodologia, poderá multiplicar as hipóteses de atingir os objectivos do projecto.

De forma resumida pode-se concluir que quando o SMED é usado como ferramenta isolada necessita de assegurar que estão cumpridos os pré-requisitos, mencionados

anteriormente, para assegurar o sucesso da implementação da mesma. A metodologia SMED quando surge no seguimento de um programa de melhoria contínua faz com que os pré-requisitos estejam assegurados pela implementação de ferramentas como os 5S e a Gestão Visual.

A redução do tempo total desde que o cliente efectua uma encomenda até ao dia em que é efectuada a entrega dessa mesma encomenda é um objectivo da filosofia *lean*. Durante o *setup*, o processo não produz valor, apenas aumenta o custo e o tempo. Deste modo, o *setup* é entendido como desperdício e como tal deve ser eliminado (Lopes, Neto e Pinto, 2006). Tradicionalmente, as organizações pensavam em manter o número de *setups* no mínimo necessário, pois esta operação leva tempo, custa dinheiro e não produz nada.

O tempo de *setup* é definido como sendo o intervalo de tempo que medeia entre a última unidade de um lote produzido e a primeira unidade considerada conforme do lote seguinte. O *setup* externo contempla as operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento e o *setup* interno são as operações que só podem ser efectuadas com a máquina parada (figura 3). O objectivo do SMED é reduzir o tempo de *setup* interno.

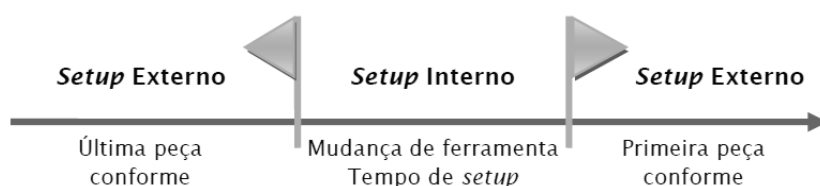


Figura 5 – Componentes do tempo de *setup*.

Fonte: Lopes, Neto e Pinto (2006)

Este intervalo de tempo inclui o tempo de restabelecimento dos parâmetros e o tempo para efectuar todas as afinações e ajustes das máquinas até se produzir uma unidade com as especificações correctas (Sebrosa, 2008).

Aplicada como um ferramenta *lean*, a redução do tempo de *setup*, além de um ganho económico proveniente do aumento do tempo útil de produção e da redução de custos de mão-de-obra resultantes das longas mudanças, permite o aumento da frequência das trocas de ferramenta.

Este aumento permite reduzir o tamanho dos lotes de produção (aumentando assim a capacidade produtiva) e aumentar a flexibilidade no ajuste aos níveis da procura e a disponibilidade de recursos. Lopes, Neto e Pinto (2006) referem que, por exemplo, um *setup* de quatro horas obriga a manter o equipamento a trabalhar durante alguns dias para que a

operação se torne rentável. Mas, com três minutos de *setup*, algumas horas chegam. Para uma hora de trabalho, três minutos de mudança ferramenta representam 5% do tempo em *setup*. Para obter a mesma relação de 5% com um *setup* de quatro horas é necessário trabalhar 80 horas. Um dos resultados da redução do tamanho dos lotes pode ser a diminuição dos *stocks*. Na figura 4 estão descritas as possíveis consequências de o tempo de *setup* ser reduzido.

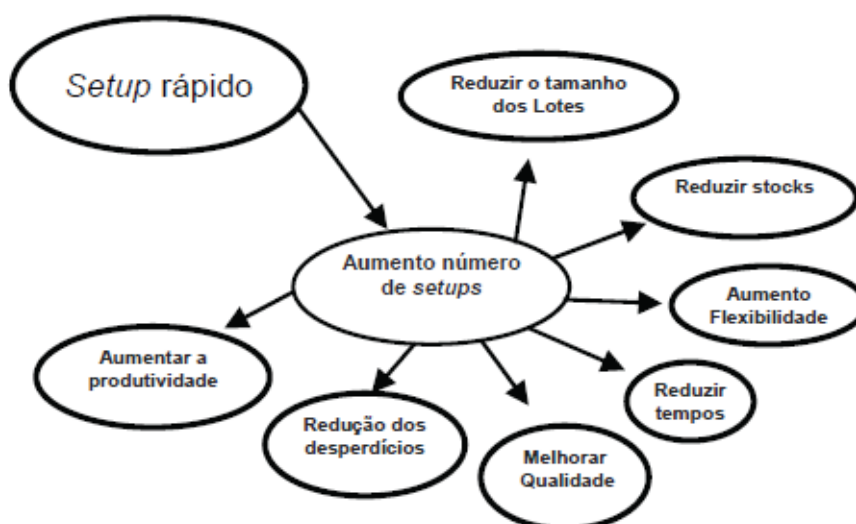


Figura 6 – Motivações para a redução do tempo de *setup*.

Fonte: Lopes, Neto e Pinto (2006)

2.4.2.1. Etapas básicas dos procedimentos de *setup*

Os procedimentos de troca de ferramenta são muito variados, dependendo de alguns factores, nomeadamente, do tipo de operação e do equipamento utilizado. Ao analisar todos os procedimentos, verificou-se que as operações de *setup* englobam uma sequência de etapas comuns a esses procedimentos (Shingo 1985).

Na tabela 1 são apresentadas as percentagens de tempo atribuídas por Shingo às várias operações.

A **preparação, ajuste após o processo, verificação de materiais e ferramentas** é uma etapa fundamental, pois garante que todas as peças estão no seu devido lugar e a funcionar correctamente, através do levantamento, preparação e verificação dos materiais, isto tudo antes da operação de *setup*. A etapa também é muito importante no final de cada operação, pois garante a limpeza e a reposição de tudo no seu devido lugar.

Tabela 1 – Percentagem de tempo estimado das várias etapas do *setup*.

Operações	Percentagem de tempo
Preparação, ajuste após o processo, verificação de materiais e ferramentas	30%
Montagem e remoção de ferramentas e peças	5%
Medições, ajustes e calibrações	15%
Ensaios e ajustes	50%

Fonte: Rodrigues (2010)

Montagem e remoção de ferramentas e peças. É após a conclusão do último lote que esta etapa se realiza, sendo nesta etapa que se procede à remoção de ferramentas e de peças e à montagem desse mesmo tipo de material antes do lote seguinte.

A etapa de **medições, ajustes e calibrações** é, como o próprio nome indica, a altura em que se procede às medições, afinações e calibrações das máquinas, das ferramentas e das peças.

Ensaios e ajustes. É extremamente importante que a etapa anterior tenha sido feita com extrema precisão a fim de tornar esta etapa mais simples, pois esta baseia-se em ajustes das máquinas, que só são feitos após a produção de um exemplar. Quando há ajustes é necessário continuar a fazer este processo de produzir exemplares e realizar ajustes até que se obtenha uma operação conforme com os requisitos da produção.

2.4.2.2. Etapas da metodologia SMED

O termo refere-se a uma teoria e a técnicas para realização de operações de *setup* em menos de dez minutos, isto é, o número de minutos expresso num único dígito. Embora nem todos os *setups* possam ser concluídos num único dígito, é este o objectivo do SMED (Shingo, 1985).

A figura 7 apresenta as várias fases da metodologia SMED e um conjunto de técnicas e ferramentas auxiliares, estabelecidas por Shingo (1985), para facilitar a sua implementação.

O princípio fundamental subjacente ao SMED é distinguir os dois tipos de *setup* e converter operações internas em externas de *setup*. Segundo Shingo (1985), o método deve ser aplicado então em quatro fases, que são descritas seguidamente.

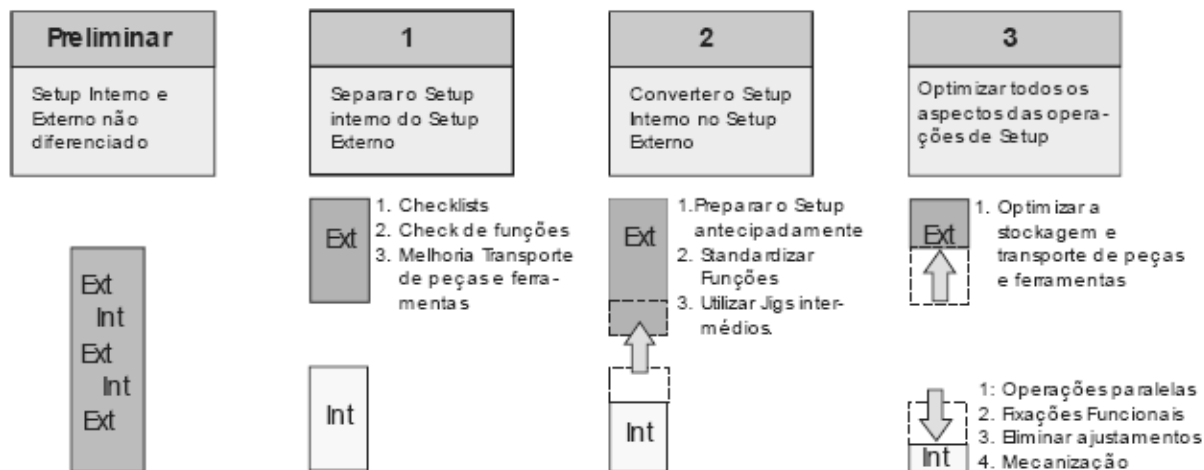


Figura 7 – Etapas da metodologia SMED.

Adaptado de Lopes, Neto e Pinto (2006)

Fase preliminar: Não existe distinção entre operações internas e externas

Nesta fase qualquer etapa é tratada como interna, não há distinção entre internas e externas.

Por exemplo, os materiais e as ferramentas são transportados para a máquina enquanto se procede à mudança para a actual ferramenta. A situação de mudança de ferramenta ainda não é planeada, é até desorganizada.

Nesta fase, obtêm-se os tempos de todas as operações realizadas no *setup*. Para a obtenção destes tempos, Shingo (1985) indica a possibilidade do uso do cronómetro ou através da filmagem da operação. Para o estudo do método, recorre-se a entrevistas com operadores, observações e discussões informais, o que geralmente é suficiente.

Fase 1: Separação entre operações internas e externas

Nesta altura dá-se o primeiro passo para a distinção das operações internas e externas. Esta operação é extremamente importante pois pode reduzir o tempo de realização entre 30% a 50%.

Shingo (1985) afirma que, realizando a troca de ferramenta com o maior número de operações externas, o tempo necessário com a máquina parada (operações internas) pode ser reduzido de 30% a 50%.

Fase 2: Conversão de operações internas em operações externas

O objectivo nesta fase passa por tentar converter o máximo de operações internas em operações externas, ou seja, reduzir o tempo de *setup* interno, já que a redução de tempo verificada na fase 1 não é suficiente para atingir o objectivo do SMED. As restantes etapas

de *setup*, decisões, ajustes, entre outros, poderão ser executados no período em que a máquina já está em funcionamento.

Fase 3: Desenvolvimento de todos os aspectos das operações de *setup*

O tempo de *setup* de um único dígito pode não ser alcançado nas fases anteriores, sendo necessária a melhoria contínua de cada operação do *setup* interno e externo, desenvolvendo soluções para realizar as tarefas de um modo mais fácil, rápido e seguro. Os procedimentos de *setup* deverão ser suficientemente simplificados para que qualquer operador seja capaz de os executar.

Gest, Culley, McIntosh, Mileham e Owen (1995) reúnem informação, das mais diversas fontes, sobre técnicas específicas que poderemos usar durante a implementação do SMED. Os autores apresentam soluções que passam por sistemas de aperto mais rápidos, eliminação de ajustes, entre outros.

As operações paralelas que envolvam mais de um trabalhador são muito úteis para acelerar as trocas de ferramenta e, normalmente, são uma boa solução. Com duas pessoas, uma operação que demore doze minutos será completada não em seis minutos mas talvez em quatro, devido à economia de movimentos (Shingo, 1985).

A aplicação sistemática destas três fases, sempre apoiada em processos de simplificação e de uniformização de procedimentos de trabalho, resulta na redução significativa dos tempos de *setup*. Na figura 8 é possível encontrar um tempo de *setup* interno substancialmente menor que o apresentado na figura 5, e que ilustra a possível redução dos tempos de preparação através da aplicação dos conceitos da técnica SMED.



Figura 8 – Objectivo do SMED.

Fonte: Lopes, Neto e Pinto (2006)

McIntosh, Culley, Mileham e Owen (2001), na sua publicação sobre a manutenção, relacionam o SMED com o *Total Productive Maintenance* (TPM). O aspecto mais claro reside no facto de que quanto maior for a eficácia da manutenção preventiva menor será a probabilidade de termos paragens não programadas por avaria dos equipamentos. Outro

aspecto trata de aplicar às manutenções planeadas os mesmos princípios do SMED como forma de reduzir o tempo necessário para a sua execução, ou seja, quanto melhor estiver planeada a intervenção menos tempo irá demorar a ser realizada e teremos ainda a possibilidade, em determinados equipamentos, de realizar a manutenção em simultâneo com a mudança de série, reduzindo, desta forma, o tempo total de paragem do equipamento. Deveremos sempre identificar as causas para depois avançarmos com soluções que poderão passar simplesmente por substituir um material por outro de qualidade superior. Os ganhos obtidos estarão relacionados com a redução do tempo de paragem para manutenção mas também relacionados com a diminuição da frequência de paragem.

Satolo e Calarge (2008) realizaram um trabalho com o objectivo de verificar o grau de aplicação de metodologias de troca rápida de ferramentas. A amostra é constituída por seis empresas dos ramos automóvel, metalo-mecânico e electrodoméstico. Apenas uma destas empresas não usava a metodologia SMED. Das restantes cinco empresas apenas existem dados de três empresas. Relativamente ao tempo inicial, os ganhos obtidos nestas três empresas estão compreendidos entre 33% e 56%.

Em Portugal já foram desenvolvidos vários casos de estudo, nos mais diversos segmentos industriais, em que se utiliza a metodologia SMED como ferramenta de redução de tempo de *setup*. Podemos destacar os trabalhos realizados na produção de pincéis e trinças (Mota, 2007), no segmento da injeção de plásticos (Couto, 2008) e (Pais, 2008) e na produção de embalagens de cartão (Perez, 2009). Todos estes trabalhos, apresentam ganhos de redução de tempo de *setup* significativos, apesar de terem sido desenvolvidos em equipamentos diferentes.

Com a análise destes trabalhos, podemos concluir que quem se propõe a desenvolver um trabalho de redução de tempo de *setup* poderá seguir a metodologia mas não deverá limitar-se às técnicas apresentadas por Shingo (1985) e tentar encontrar, juntamente como os restantes elementos das equipas de trabalho, soluções específicas para problemas específicos. Todos os projectos de melhoria do tempo de *setup* serão diferentes de empresa para empresa, até mesmo no caso de se tratar de equipamentos semelhantes.

3. Metodologia

As metodologias a usar irão ser os 5S e o SMED, ferramentas já apresentadas nos pontos 2.4.1 e 2.4.2, respectivamente.

Tendo por base o objectivo de melhorar o ambiente e a organização da secção a metodologia a implementar foi os 5S, portanto o primeiro passo na implementação da metodologia passou pela comunicação aos envolvidos nos processos de que iria decorrer um trabalho de melhoria contínua. Este passo pretendeu informar quais as vantagens e objectivos da ferramenta e explicar de forma clara como iríamos proceder.

Durante a implementação da ferramenta foi seguida a ordem pela qual os 5S foram apresentados no ponto 2.4.1. Já com alguns resultados visíveis relativos à aplicação da ferramenta, passou-se à metodologia SMED.

O SMED será aplicado com o objectivo de reduzir os tempos de *setup*, obtendo-se desta forma redução de custos de produção e o aumento da produtividade. Para iniciar a implementação da ferramenta SMED, foi feita uma apresentação aos operadores a explicar quais as vantagens e objectivos desta ferramenta, tal qual como na fase inicial de implementação dos 5S. Na sua implementação foram seguidas as diversas fases e tentaram-se utilizar as técnicas apresentadas por Shingo (1985).

Realizaram-se filmagens de vários *setups* efectuados na RODI. Estes vídeos permitiram uma análise pormenorizada do sistema produtivo, o registo, classificação e cronometragem das tarefas.

Com recurso aos registos das tarefas que compõem o processo de fabrico de aros, desde o último aro bom de uma determinada série até ao primeiro aro bom da série seguinte, iniciou-se a separação das tarefas externas das internas.

Depois foi realizada uma análise das tarefas classificadas como trabalho interno que puderam ser convertidas para trabalho externo.

Seguidamente foram analisadas todas as tarefas com o objectivo de encontrar melhorias, soluções para realizar as diferentes tarefas de um modo mais fácil, rápido e seguro.

Na parte final realizou-se um estudo do impacto da implementação da metodologia. Para terminar foi feito um novo modo operativo que será posteriormente usado por todos os operadores. Este novo modo operativo poderá ser usado futuramente como a situação de partida em novas acções de melhoria do tempo de preparação destes equipamentos.

Em suma, a metodologia utilizada e apresentada tem como natural objectivo a obtenção de melhorias no sistema produtivo, como melhoria contínua dos processos, a redução de custos de produção e o aumento de produtividade.

4. RODI, S.A.

4.1. Apresentação da Empresa

A RODI é uma empresa industrial do sector da metalurgia e metalomecânica localizada em Eixo, Aveiro, cuja actividade está dividida em duas unidades distintas: produção e comercialização de aros e rodas em alumínio e de lava-louças em aço inox. Acumula hoje a liderança nacional na produção de aros de bicicleta e a presença no *top 5* dos maiores fabricantes de lava-louças da Europa.



Figura 9 – Instalações da empresa.

Hoje, instalada em terreno próprio com 33000 m² de área total, ocupando cerca de 21500 m² com área coberta e com mais de 200 funcionários, é uma unidade industrial moderna, com uma sólida estrutura financeira, apostando sempre em inovação, novas tecnologias e permanente formação profissional, sempre suportada por sistemas de gestão da qualidade. A empresa tem o seu Sistema de Gestão da Qualidade certificado de acordo com os requisitos da norma NP EN ISO 9001.

História

Fundada em 1952, com a designação de Abílio Rodrigues da Silva & Cunhado, Lda, começou por fabricar depósitos, guarda-lamas e outros acessórios para ciclomotores. Em

1976, à beira da falência, foi comprada por Armando Silva, proprietário da Confersil, uma pequena unidade sua cliente. Decidido a dinamizar o negócio, investiu de imediato em equipamento e começou a fabricar aros de ferro cromado, um novo produto que permitia alargar a gama existente.

No final dos anos 70, a RODI efectuou uma viragem histórica e decisiva, ao entrar no fabrico e comercialização de lava-louças em aço inoxidável, sector onde iniciou uma liderança de mercado.

No final da década de 80, quando a popularidade crescente das *scooters* japonesas acelerou a decadência das motos tradicionais e trouxe novos problemas aos clientes portugueses como a Famel, Casal ou Macal, teve de repensar o futuro. Na altura, a RODI fazia aros de ferro cromado, mas com a ida a feiras internacionais percebeu que o mercado queria aros em alumínio. Importaram alguns acessórios para continuar a facturar e especializou-se neste novo produto, para exportação. Foi um verdadeiro recomeço para a RODI.

Cumprir a vocação exportadora exigiu uma ofensiva com a apresentação do produto a fabricantes europeus de bicicletas. As primeiras encomendas vieram de França e do Reino Unido, dois mercados que rapidamente esgotaram a capacidade das três novas linhas de produção. Desde então tudo parece correr literalmente sobre rodas, com o aumento do número de linhas de produção, cresceu em capacidade e qualidade, evoluiu do segmento económico para o médio, o médio alto e, agora, o *premium*.

Desde 2006 o Sr. Armando Levi, filho de Armando Silva, é o presidente da RODI, que detém 65% do capital da mesma sendo os restantes 35% da Espírito Santo Capital.

Em suma, a empresa evoluiu ao longo dos tempos adaptando-se às necessidades e realidades que o seu meio envolvente requeriam, passando de uma pequena empresa que produzia jantes e depósitos para motorizadas, para a inclusão no negócio de lava louças de uma só peça e aros e rodas para bicicletas em alumínio. A RODI encontra-se hoje com uma situação financeira sólida apesar da situação económica vivida não ser a melhor para o sector.

Missão

A RODI, enquanto estrutura organizacional residente no tecido empresarial nacional, assume duas dimensões estratégicas:

- Uma vocação social assente na criação do emprego e incremento da riqueza nacional;

- Um desígnio de modernidade tecnológica e inovação permanente.

Ambas constituem os ingredientes que potenciam a criação de um clima e uma cultura organizacional, onde a satisfação dos colaboradores, a sua qualificação profissional e as competências residentes são com mestria manuseadas, em prol da rentabilização do capital investido e do sucesso e dignificação do sector empresarial onde se insere.

A internacionalização é um estado de espírito residente na empresa, tendo constituído um factor determinante do seu desenvolvimento e alavancando a RODI para um plano de referência quer no espaço geográfico nacional, quer e em especial no plano externo.

Visão

A RODI coloca o acento tónico na inovação tecnológica dos seus produtos e processos e na aprendizagem organizacional, com o objectivo de protagonizar nos anos subsequentes um desempenho de sucesso assente na melhoria da produtividade, na defesa do meio ambiente, na defesa do consumidor, na dignificação do seu capital humano, enquanto instrumentos facilitadores do robustecimento da empresa, quer no plano da rentabilidade dos investimentos, quer numa perspectiva de liderança de mercados.

4.2. Produtos

Como já foi referido, a RODI produz dois produtos completamente distintos: uma gama de lava-loiças de cozinha em aço inox e outra especializada em aros e rodas para bicicleta em perfil de alumínio.

Estas duas gamas de produtos enquadram-se dentro da indústria da metalurgia. Cada uma destas gamas subdivide-se em vários produtos diferentes entre si nas suas características e utilizações.

Em seguida irei apresentar os produtos disponibilizados pela RODI para o ciclismo.

Aros

Os componentes para veículos de duas rodas são o negócio primogénito desta empresa. Por opção estratégica, a certa altura da sua existência, a RODI abandonou a produção de acessórios para veículos de duas rodas com motor para se especializar na produção de aros para bicicleta.

Neste momento estão criadas duas linhas de produtos, assim, os aros dividem-se em dois grandes grupos (figura 10):

- Aros de perfil de alumínio simples;
- Aros de perfil de alumínio duplo.



Figura 10 – Aros Perfil Simples vs Perfil Duplo.

Cada linha é composta por um número de produtos com características distintas, mas que partem de um produto base, o aro de alumínio. Assim, temos que o aro de perfil simples (aro simples) caracteriza-se por ser de uma única parede.

Os aros de perfil duplo (aro duplo) caracterizam-se por ter uma parede de protecção que torna o aro mais resistente e confere-lhe um design mais atraente, como podemos verificar pela figura 10.

Rodas

Existem ainda, embora que num número reduzido, rodas completas (figura 11), já raiadas tanto de perfil simples, como duplo. Com uma produção anual a rondar as 310 mil unidades, este é um produto de extrema importância, pois não só acarreta valor para a empresa, como também é um produto com maior retorno.

4.3. Mercados

A RODI é hoje uma empresa com grande prestígio; opera nos mais diversos mercados ocupando um lugar de destaque e liderança. Na RODI, no ano de 2010, foram produzidos

cerca de 3,5 milhões de aros e 310 mil rodas, sendo 90% da produção para exportação, e produziu ainda 208 mil lava-louças para equipar casas em todo o mundo, de Portugal até à China o que no total perfez vendas de 26 milhões de euros e lucros de 3,8 milhões.



Figura 11 – Rodas RODI.

Importa salientar que as rodas e os aros renderam à RODI 16 milhões de euros, mais de 60% do volume total de vendas e mais 20% do que em 2009. Flexibilidade de produção, renovação contínua da oferta e investimentos constantes são os trunfos desta empresa, com capacidade de resposta *just-in-time* (JIT) à encomenda de um camião de 8 mil aros ou de uma pequena série de 500 peças de fabricantes como a Orbea, em Espanha, Gazelle e Batavus, na Holanda, Derby e Winnora (BMW), na Alemanha, ou a Decathlon, em França. Hoje a Holanda e Alemanha representam 50% das vendas da empresa.

4.4. Processo Produtivo

A produção de aros e de rodas envolve uma sequência de processos que pode variar consoante o modelo que se pretende. De uma forma simplista, deve-se afirmar que o processo de produção de rodas engloba o processo de produção de aros, existindo critério de qualidade a quantificar, que define a possibilidade ou não de um aro ser considerado um produto não conforme. O fluxograma que resume todo o processo produtivo para os aros em alumínio é apresentado na figura 12 e deste podemos depreender que a sua produção é um processo denominado em série e contínuo.

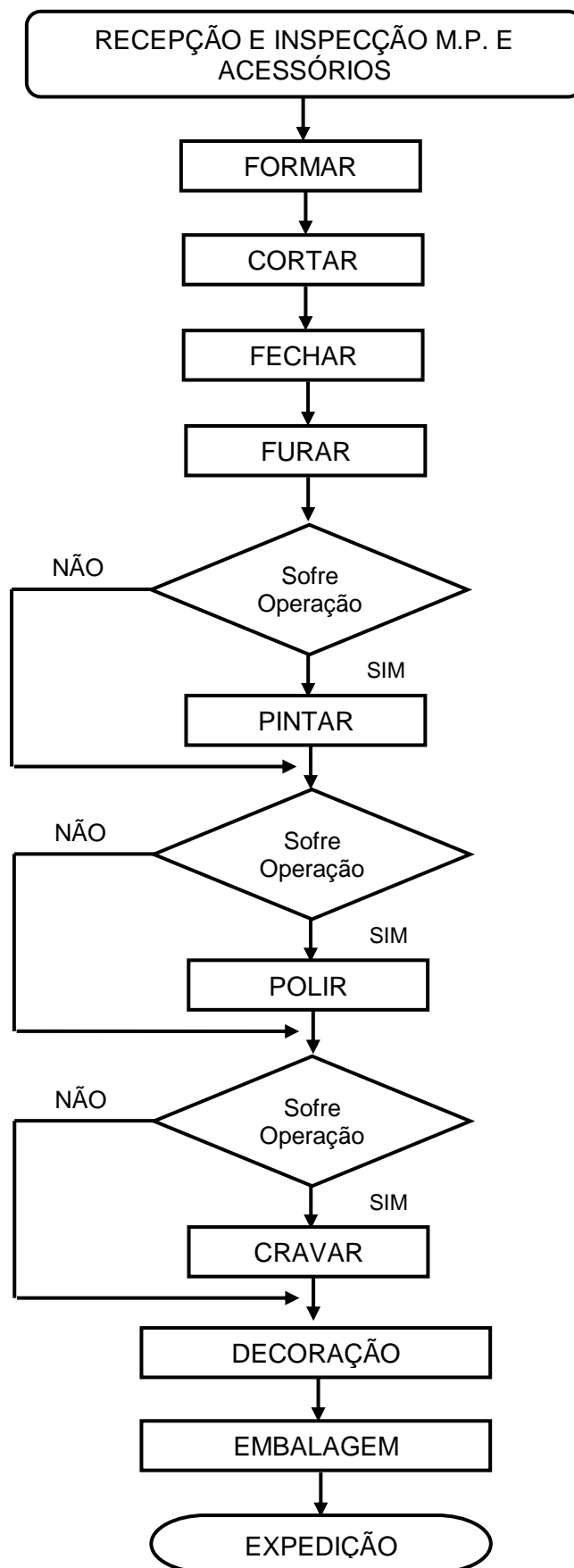


Figura 12 – Fluxograma geral para os aros de alumínio.

4.4.1. Formação do aro

De seguida apresenta-se o processo de formação do aro de uma forma detalhada, uma vez que foi nesta fase do processo produtivo que se realizou o projecto.

A formação do aro engloba os três primeiros processos representados no fluxograma da figura 12: formar, cortar e fechar. Nas secções de formação de aros (jante da roda da bicicleta sem os raios e cubos), para perfil simples e perfil duplo, dá-se o verdadeiro início da produção de aros. Na empresa existem dez linhas de produção, onde cada uma detém três máquinas iguais, no princípio de funcionamento, sendo elas: a calandra, a máquina de corte e a máquina de fecho.

É nas calandras que o perfil é conformado sendo que depois vai à máquina de corte dando origem a 3 aros; de seguida, existem duas opções para o fecho dos aros: ou por pernos ou por fecho de alumínio. De qualquer modo após a aplicação dos pernos ou do fecho, o aro vai a uma cinta que não só fecha totalmente o aro como diminui a ovalização deste. A grande preocupação nesta secção prende-se com a dita ovalização dos aros, com as marcas/riscos do perfil no caso dos aros de cor prata (a finalidade deste tipo de tratamento do perfil é a de não ser efectuada qualquer operação de pintura, no entanto pode sempre ser usado para outras encomendas em que seja necessário pintar o aro), sendo os aros constantemente inspeccionados.

4.5. Layout

Com o evoluir das empresas, é crucial que cada organização saiba estruturar o seu espaço de forma a rentabilizar as suas unidades de produção. A RODI está especificamente dividida por sectores como se pode verificar pelo *layout* apresentado no anexo A.

A secção na qual foi elaborado este trabalho encontra-se marcada no anexo a vermelho, que diz respeito à secção de formação de aros de perfil duplo.

5. Caracterização da situação encontrada

A secção de formação de aros de perfil duplo (figura 13), secção na qual foi desenvolvido o presente projecto, encontrava-se bastante desorganizada, ferramentas dispersas, muita limalha espalhada pelo chão, materiais sem locais definidos e outros problemas. Surge assim, a necessidade de aplicar ferramentas *lean*. Os 5S permitem a organização dos postos de trabalho, o que reduz a probabilidade de ocorrência de erros.



Figura 13 – Secção de formação de aros de perfil duplo.

Olhando para a fábrica, percebeu-se que existia uma elevada quantidade de produto que se encontrava entre processos (WIP - *Work in progress*). A troca de ferramenta na secção em estudo, neste caso dos rolos, moldes, cintas e guias, demora demasiado tempo, aproximadamente 1h dependendo do equipamento que se vai mudar e do operador que efectua a operação. A filosofia que reina na RODI é produzir quantidades elevadas de um produto. Uma vez que a empresa produz consoante as encomendas dos clientes e não em previsões, verifica-se que, para evitar a troca de ferramentas, é lançada uma OF (Ordem de Fabrico) que agrupa várias encomendas, as quais têm semanas de entrega diferentes, produzindo-se a quantidade pedida e só depois se troca, o que leva não só a um acumular de produto em curso, mas também a uma taxa de ocupação reduzida e/ou nula, ou sobrecarga de algumas máquinas de furação. Isto é contra a filosofia *lean*, pelo que surge assim a necessidade de usar o SMED. Esta metodologia permitiu analisar a troca de ferramenta, o procedimento e diagnosticar as maiores dificuldades.

Pretende-se melhorar a organização da secção, combater os principais problemas e desperdícios e aumentar a capacidade de produção.

Efectuou-se uma análise problema a problema, as suas causas e as metodologias para os resolver, bem como as propostas de melhoria para o futuro.

5.1. Introdução inicial da metodologia 5S

A utilização da metodologia 5S irá permitir a organização da secção, a criação de um melhor ambiente de trabalho, o aumento da produtividade e a diminuição da probabilidade de ocorrência de erros.

Os colaboradores têm de ser consciencializados para esta filosofia, deve fazer parte do seu dia-a-dia, só assim se conseguirão obter melhorias. A figura 14 apresenta os 5S, bem como uma pequena frase que resume o objectivo de cada S.

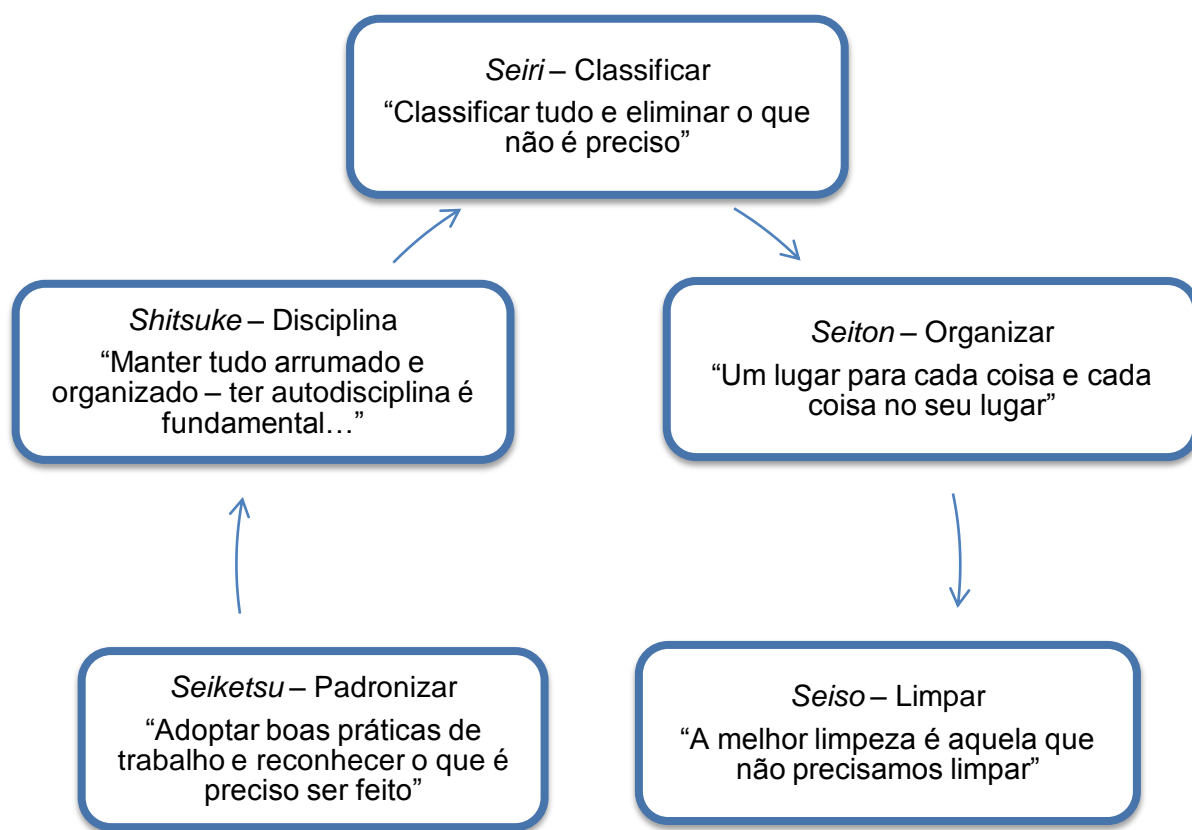


Figura 14 – 5S.

Adaptado de: Sebroso (2008)

Seiri – Classificar

Nesta fase identificaram-se os materiais, equipamentos e ferramentas, necessários e desnecessários. Deslocaram-se os itens não necessários para uma área temporária, deixando apenas o essencial ao exercício das actividades. Separou-se claramente o necessário do desnecessário e eliminou-se o último.

Seiton – Organizar

Depois de uma primeira arrumação dos locais de trabalho, com a retirada de tudo que não é necessário para a realização das tarefas, foram definidos os locais apropriados e os critérios para a organização dos materiais, equipamentos e ferramentas, de modo a facilitar o seu uso, procura, localização e arrumação por qualquer pessoa. As ferramentas e os equipamentos foram arrumados e dispostos de modo a permitirem um melhor fluxo de trabalho. As figuras 15 e 16 apresentam a aplicação das técnicas *Seiri* e *Seiton*.

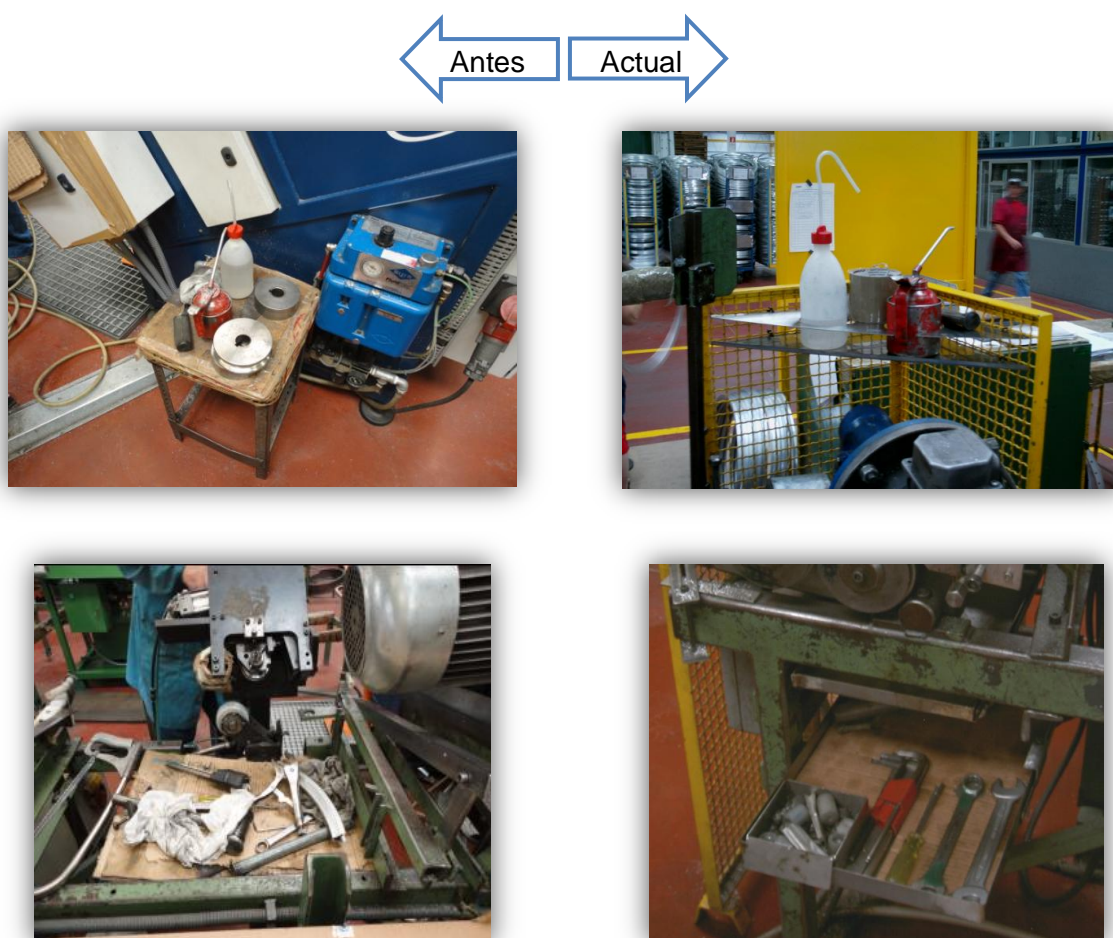


Figura 15 – Aplicação do *Seiri* e *Seiton* no posto de trabalho.

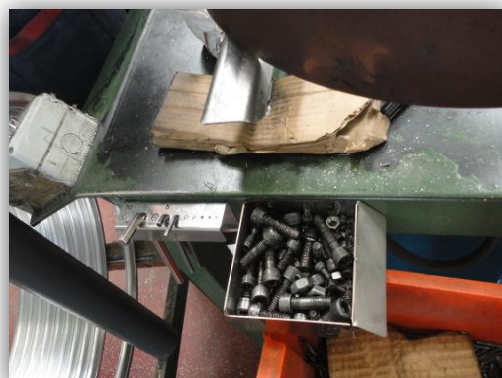
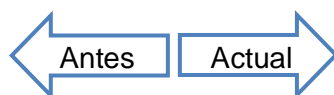


Figura 16 – Aplicação do *Seiri* e *Seiton* no armário da secção.

Seiso – Limpar

Nesta fase, os locais de trabalho, encontram-se organizados e têm apenas o que é necessário, nas quantidades necessárias. A limpeza, na RODI, é uma actividade frequente. No final de cada dia de turno, os trabalhadores limpam o seu local de trabalho. Mais importante que limpar é não sujar e, nesse sentido, foram instaladas guias interiores que

canalizam a limalha e sobras para a caixa e instaladas bandejas de retenção de óleo, conforme se apresenta na figura 17.

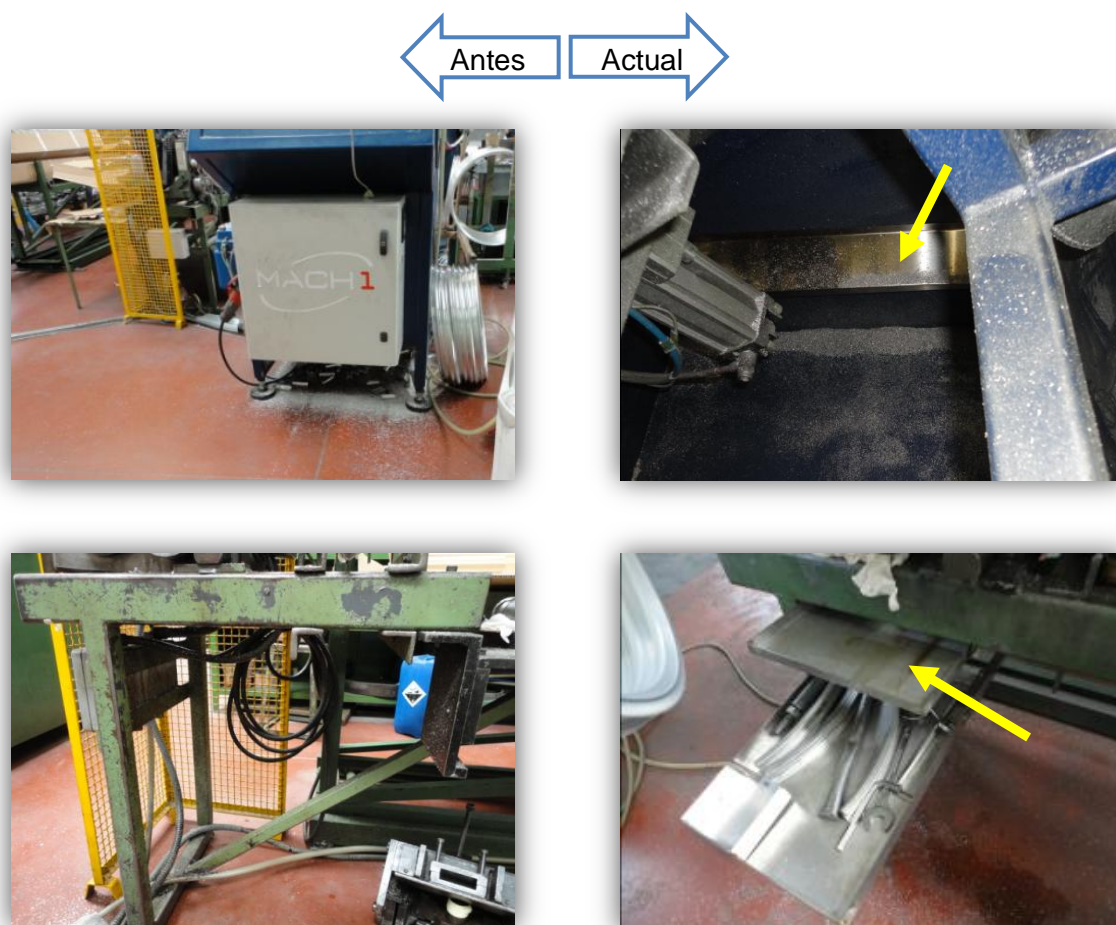


Figura 17 – Aplicação do Seiso.

Seiketsu – Padronizar

Na quarta fase dos 5S tem-se inculcado nos colaboradores que todos devem estar conscientes de que é muito importante trabalhar num local limpo, organizado, respeitar os colegas, colaborar e, sobretudo, eliminar as condições de insegurança do trabalho.

Shitsuke – Disciplinar

A última fase da metodologia 5S onde se pretende assegurar a sua manutenção através de comunicação, formação e autodisciplina é o passo final para completar a

introdução desta metodologia. É necessário continuar a dar formação aos trabalhadores e criar o hábito de fazerem sempre tudo em conformidade com a regra.

A realização de auditorias com recurso a formulários de avaliação da secção foi também aplicada na RODI. No anexo B pode ver-se o resultado da última auditoria, bem como a evolução dos resultados.

Foi instalado na secção um painel de informação, conforme se mostra na figura 18, onde são afixadas informações úteis sobre a secção. O painel suporta uma estrutura de informação sobre a organização do código dos aros.



Figura 18 – Painel de informação.

Com o objectivo de eliminar mesas que ocupam demasiado espaço, dificultam a limpeza dos postos e levam a que existam demasiadas “coisas” junto das mesmas, foi desenvolvida uma pequena mesa de apoio ao registo que permite a escrita e arrumação de equipamento útil ao controlo, conforme se apresenta na figura 19. A mesa é móvel e pode ser colocado em local escolhido pelo operador.



Figura 19 – Mesa de apoio ao registo.

5.2. Implementação do SMED

Ao analisar a troca de ferramenta, verificou-se que o tempo dispendido era incerto, ou seja, este tempo tanto poderia ser de trinta minutos como de uma hora e meia. Não existia controlo nem procedimentos definidos, o importante era trocar independentemente do tempo dispendido. Constatou-se que o número de *setups* vai ter tendência a aumentar de uma forma drástica devido à situação de mercado, em que, os clientes pedem quantidades cada vez mais pequenas e também à diversidade de produtos que a RODI oferece. Como tal, a filosofia que se vai implementar ambiciona produzir lotes cada vez mais pequenos (adaptados às necessidades) e as mudanças de produto na linha são cada vez mais frequentes.

Nesta fase do projecto o objectivo é criar todas as condições necessárias para a redução do tempo de *setup*, definir procedimentos, padronizar ferramentas, separar as etapas externas das internas. Só depois desta fase se pode pensar mesmo em reduzir o tempo e obter resultados.

5.2.1. Diagnóstico Inicial

Para a realização do SMED é fundamental conhecer todos os componentes de cada máquina. Na tabela 2 são apresentadas as máquinas da secção e os seus principais componentes.

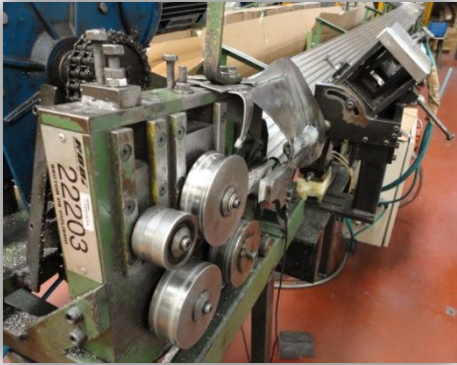

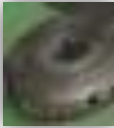

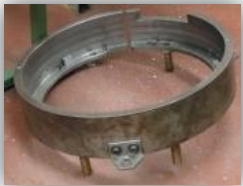

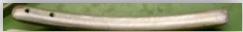

A RODI tem no seu registo informático dados relativos aos *setups*, que foram facultados para análise. Estes dados constituíram uma base inicial de trabalho, porque era possível obter tempos de produção e tempos de *setup*.

Ao analisar os dados do sistema informático, através de conversas com responsáveis e dados registados visivelmente na produção concluiu-se que estes eram fiáveis.

A figura 20 mostra o tempo demorado nos *setups* realizados no mês de Fevereiro de 2011, com vinte dias de trabalho útil.

Analisando a figura pode ver-se que no mês em análise foram realizados 34 *setups*, o que representa 1,7 *setups*/dia de trabalho e que a média situa-se nos 62 minutos. Importa salientar que estes *setups* nem todos são iguais, ou seja, um *setup* pode englobar a troca de ferramenta nos quatro equipamentos referidos anteriormente ou apenas em alguns deles.

Tabela 2 – Principais componentes de máquinas.

	Máquina	Principais componentes	
Calandra e Carimbo		Calandra: - Rolo	
		Carimbo: - Carimbo	
Corte		Molde	
Fecho		Guia	
		Cinta	

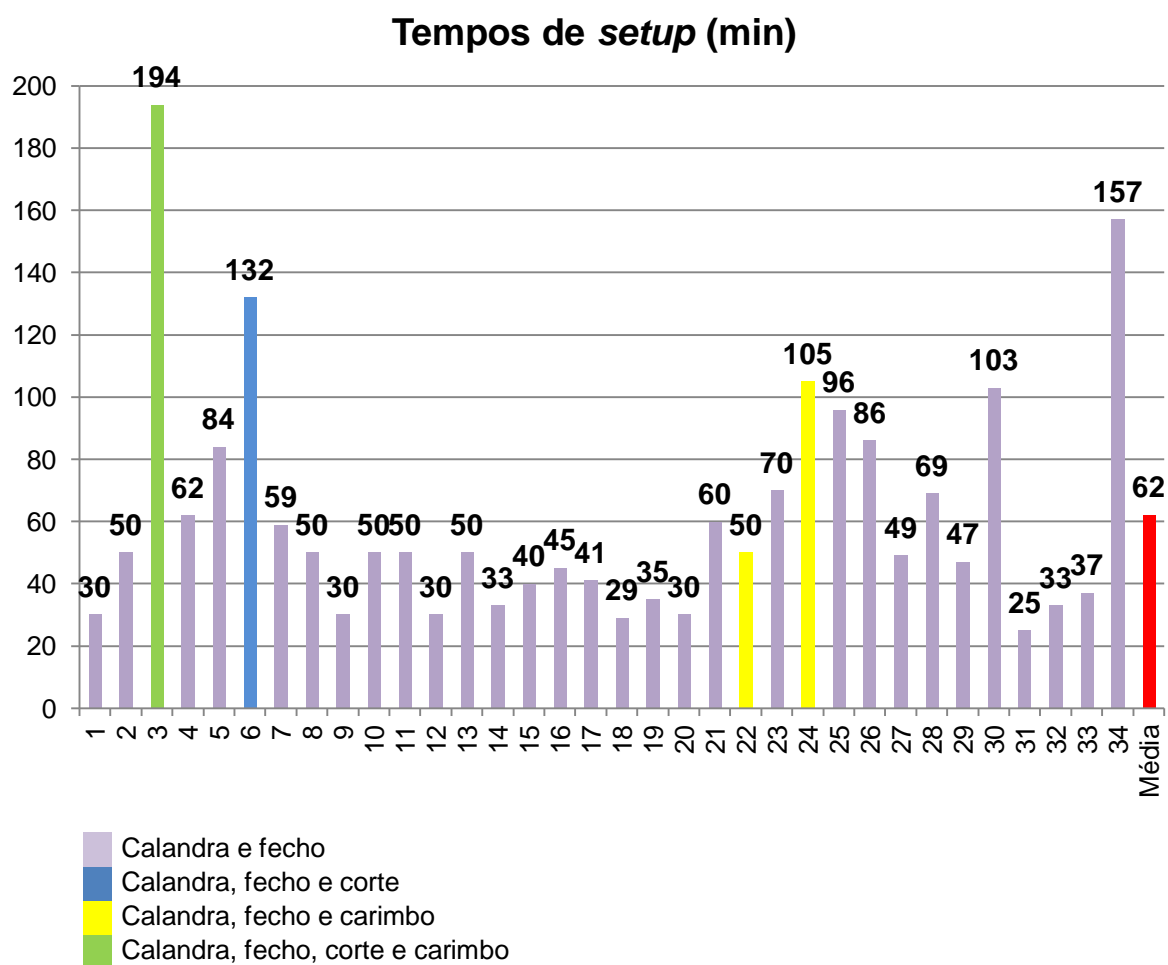


Figura 20 – Tempo dispendido no *setup* no mês de Fevereiro.

Verifica-se, na figura 20, que cerca de 88% dos *setups* se referem à troca de ferramenta no conjunto de equipamentos calandra e fecho.

Com os dados facultados relativos aos *setups* é apresentada a tabela 3 que descreve a média para cada conjunto de equipamentos, bem como o desvio padrão.

Tabela 3 – Tempo médio de *setup*/equipamento e desvio padrão associado pré-SMED.

Equipamento	Média (min)	Desvio Padrão
Calandra e fecho	57,31	28,29
Calandra, fecho e corte	132,00	-
Calandra, fecho e carimbo	77,50	38,89
Calandra, fecho, corte e carimbo	194,00	-

Através da análise da figura 20 e da tabela 3 podemos observar que existe uma grande variabilidade nos tempos de *setup*, podendo então concluir-se que o processo é instável e muito susceptível de ocorrência de erros e imprevistos.

A análise inicial serviu para caracterizar genericamente os *setups* e detalhar todos os procedimentos usados.

Nesta fase recolheu-se o máximo de informação possível em relação aos *setups*, como:

- A sequência de operações efectuadas;
- Os tempos das diferentes tarefas e operações;
- As ferramentas e equipamentos necessários.

Através das observações efectuadas nas diferentes execuções de troca de ferramentas, foi possível identificar três fases distintas do procedimento para cada equipamento, apresentadas na tabela 4.

Tabela 4 – Fases de troca de ferramentas.

Calandra	Carimbo	Corte	Fecho
Retirar rolo	Retirar carimbo	Retirar molde	Retirar guia e/ou cinta
Colocar o novo rolo	Colocar o novo carimbo	Colocar o novo molde	Colocar o nova guia e/ou cinta
Ajustar e afinar parâmetros	Ajustar e afinar equipamento	Ajustar e afinar molde	Ajustar e afinar equipamento

Os dados que serão apresentados foram obtidos com base em várias observações e visionamentos de filmagens de mudanças de ferramenta, tendo-se efectuado um apanhado das principais actividades que as constituem, com o objectivo de se conseguir uma maior aproximação da realidade não descurando a análise obtida através dos dados fornecidos inicialmente. O tamanho da amostra é três e foi a partir destes dados que se chegou à situação que se encontra resumida na figura 21 e que é detalhada nos anexos C, D e E.

CALANDRA	Tempo Médio 00:20:45
CARIMBO	Tempo Médio 00:20:47
CORTE	Tempo Médio 00:13:45
FECHO	Tempo Médio 00:20:05
TOTAL	01:15:22 Horas

Figura 21 – Resumo dos valores de mudança de ferramentas.

Da análise realizada foi possível concluir que se desperdiçava tempo devido às seguintes situações:

- Poucas pessoas na execução do *setup*;
- Inexistência de procedimentos estabelecidos para a execução do *setup*;
- A sequência dos procedimentos é desordenada.
- Más condições das ferramentas, peças e equipamentos usados;
- Armário dos rolos, guias e cintas desorganizado;
- Esperas devido ao atraso de chegada do perfil ao posto de trabalho;
- Falta de um responsável que coordene as mudanças;
- Dificuldade nas afinações e ajustes da máquina.

Verifica-se uma diferença entre os tempos registados no sistema informático com aqueles que foram obtidos através de filmagens, isto porque os operadores quando estão a ser filmados, executam as tarefas de uma forma mais rápida, “tentam” transparecer que realizam as tarefas de forma organizada, não se ausentam do *setup* e o tamanho da amostra é pequeno. Estas são algumas razões apontadas que sustentam esta diferença.

Depois destas considerações, deu-se início à primeira fase de aplicação da metodologia SMED.

5.2.2. Separação das operações externas e internas

Nesta fase procedeu-se à separação das operações externas das internas tal como está apresentado na tabela 5.

Tabela 5 – Separação das actividades externas e internas.

Actividades	Acções
Mudar perfil	O perfil novo deve encontrar-se próximo do posto. O perfil antigo, caso exista, deve ser retirado e colocado ao lado do novo e só no fim se arruma.
Ferramentas necessárias para a troca	Os instrumentos devem estar junto ao local onde vão ser utilizados, imediatamente antes de se parar a máquina.
Movimentações desnecessárias	Tarefas como levar e trazer ferramentas da estante não devem ser efectuadas, já que estas devem estar junto à máquina antes do início da troca e só voltarão a ser devolvidas à estante no fim da mudança e depois da inspecção e respectiva limpeza.

Na figura 22 está resumida a redução de tempo que foi conseguida em cada uma das fases de mudança, onde se mostra o tempo total da operação, o tempo interno (ou seja, aquele que não foi possível converter para externo nesta fase do SMED) e ainda o tempo convertido para externo.

CALANDRA	Tempo Médio	Int.	Ext.	Ganho
	00:20:45	00:07:40	00:13:05	63
CARIMBO	Tempo Médio	Int.	Ext.	Ganho
	00:20:47	00:17:47	00:03:00	14
CORTE	Tempo Médio	Int.	Ext.	Ganho
	00:13:45	00:11:05	00:02:40	19
FECHO	Tempo Médio	Int.	Ext.	Ganho
	00:20:05	00:18:53	00:01:12	6
TOTAL	01:15:22	00:55:25	00:19:57	26
	Horas			%

Figura 22 – Resumo da 1ª fase do SMED.

Como resumo das melhorias efectuadas nesta fase, descritas na figura 22, pode-se destacar a melhoria significativa conseguida na calandra (ganho na ordem dos 63%), uma vez que se retira todo o tempo que demora a troca de perfil. No geral, aponta-se para um ganho cerca de 26% e importa realçar que para estas alterações não estão envolvidos custos.

5.2.3. Conversão das operações internas em externas

O que sucede algumas vezes é que um componente necessário para montar a ferramenta antes de se parar a máquina está a ser utilizado pela mesma ou então não se sabe qual o componente que se deve usar. Quer-se com isto dizer que, a montagem da nova ferramenta está dependente de uma operação interna. Para evitar esta situação seria necessário duplicar alguns componentes, em especial guias, que não existe uma por cada modelo e como tal a guia é escolhida apenas depois de a calandra já estar afinada e de sair a barra já enrolada, só depois se procura a guia que se adapta melhor ao aro. É importante criar uma guia para cada modelo e identificá-la, permitindo desta forma preparar antecipadamente já a ferramenta necessária. Na figura 23 pode observar-se os ganhos obtidos com a passagem desta tarefa a externa.

FECHO	Tempo Médio	Int.	Ext.	Ganho
	00:18:53	00:16:00	00:02:53	15
	Horas			%

Figura 23 – Resumo da 2ª fase do SMED.

5.2.4. Optimizar setup

Nesta fase pretende-se fazer a melhoria das actividades dando especial atenção às internas, ou seja, que têm obrigatoriamente de ser realizadas com os equipamentos parados.



Uma acção com elevado potencial na redução do tempo envolvido nas operações internas de mudança de ferramenta é a normalização da forma e da função das ferramentas para todas as máquinas. Na RODI verificavam-se situações em que, na mesma máquina, dois parafusos com a mesma função eram diferentes no tamanho e mesmo na forma, o que exige um elevado número de ferramentas e consequente perda de tempo na sua procura. Para combater este problema procedeu-se à padronização de parafusos e ferramentas, que foram pintados de verde, para facilitar a sua localização, como mostra a figura 24.



Figura 24 – Padronização de ferramentas.

De forma a facilitar o trabalho dos operadores alguns equipamentos sofreram alterações (tabela 6). Importa realçar a importância da secção de manutenção nesta fase.

Tabela 6 – Alterações efectuadas nos equipamentos.

<p>Alteração da forma de afinação do carimbo: Actualmente o carimbo dispõe de sistemas que fazem mover o mesmo, tanto na horizontal como na vertical, sem qualquer esforço do operador. Estima-se uma melhoria na ordem dos 20% na rapidez de ajustes.</p>	
<p>Utilização de escalas: No carimbo e na calandra foram colocadas escalas. Numa fase inicial, foram recolhidos dados (anexos F e G) e, neste momento, já se encontra a mostrar “frutos”. Melhoria no tempo de afinação na ordem dos 40% para a calandra e 50% para o carimbo.</p>	
<p>Alteração da paralela: A paralela que guia o perfil foi alterada, de forma a não ser necessário apertar qualquer parafuso.</p>	
<p>Criar sistema de aperto do molde: Foram colocados dois maciços, um em cada ponta da máquina de corte de forma a facilitar a afinação do molde.</p>	

As pequenas alterações efectuadas nos equipamentos tiveram como objectivo a simplificação das tarefas para os operadores, melhorando desta forma a rapidez de execução das mesmas.

As escalas permitem a recolha de dados, ou seja, a parametrização das variáveis de entrada nos equipamentos é uma mais-valia quer no que diz respeito à qualidade final do produto, quer na diminuição do tempo de afinação. A definição destes parâmetros correctos à partida possibilita que não seja uma tarefa efectuada por tentativas ou que mesmo requerendo algum ajuste, este seja mínimo.

Com a duplicação de alguns componentes, em especial guias, como já foi referenciado na fase anterior (conversão das operações internas em externas) estima-se que o ganho na afinação da máquina de fecho seria reduzida em cerca de 40%, uma vez que estando uma guia associada a cada modelo não seria necessário recorrer a constantes ajustes.

A figura 25 descreve a quantidade de tempo que se concluiu como sendo interno no seguimento das duas fases anteriores do SMED e a respectiva melhoria interna conseguida sobre estas. Também explicita o total de tempo necessário para a conclusão da mudança de ferramenta.

CALANDRA	Tempo Int.	Melhoria Int.	Total Int. Actual	Ganho
	00:07:40	00:03:04	00:04:36	40
CARIMBO	Tempo Int.	Melhoria Int.	Total Int. Actual	Ganho
	00:17:47	00:08:38	00:09:09	49
CORTE	Tempo Int.	Melhoria Int.	Total Int. Actual	Ganho
	00:11:05	00:01:24	00:09:41	13
FECHO	Tempo Int.	Melhoria Int.	Total Int. Actual	Ganho
	00:16:00	00:06:24	00:09:36	40
TOTAL	00:52:32	00:19:30	00:33:02	37
	Horas			%

Figura 25 – Resumo da 3ª fase do SMED.

Podemos afirmar que o ganho nesta fase é considerável, cerca de 37%.

Quando a mudança de ferramenta tem de ser em todos os equipamentos do posto e, a realização desse trabalho é realizada por um único operador, o seu constante movimento constitui um grande desperdício de tempo. Pretende-se então, a paralelização de operações envolvendo mais do que um colaborador, o que permitirá acelerar estes trabalhos. As condições ainda não são ideais para se reduzir o tempo de *setup* neste ponto, uma vez que existe, há vários anos, uma única pessoa responsável pela realização do *setup* e, como tal, não há pessoal especializado capaz de o realizar.

5.2.5. Resultados da implementação da metodologia

Os resultados obtidos podem ser avaliados através do tempo estimado de redução do *setup* observados na tabela 7. A melhoria alcançada para a troca de ferramentas ronda os 56%.

Tabela 7 – Resultados obtidos com o SMED.

Ferramenta	Tempo (hora)		
	Antes SMED	Depois SMED	Melhoria
Calandra	00:20:45	00:04:36	78%
Carimbo	00:20:47	00:09:09	56%
Corte	00:13:45	00:09:41	30%
Fecho	00:20:05	00:09:36	52%
TOTAL	01:15:22	00:33:02	56%

Aquando da conclusão do SMED elaboraram-se IT (instruções de trabalho), com o intuito de garantir que todos os elementos necessários estão reunidos, que todas as operações de planeamento e de preparação (operações externas) são executadas. Contém também todo o procedimento de troca de ferramenta, passo por passo (anexos H, I, J e K).

Inicialmente, uma das causas dos tempos elevados de *setup* era a desorganização e, nesse caso, a utilização dos 5S contribuiu para a melhoria do ambiente e redução dos tempos de *setup*.

Com os resultados obtidos através do SMED podem ser perspectivados diferentes cenários. Visto que neste momento “ganhámos” tempo, este tempo pode ser utilizado para reduzir o tamanho do lote de produção, efectuando-se mais mudanças de série ou então aumentar a quantidade produzida.

Em termos de resultados, e uma vez que não existe um histórico muito vasto de *setups* após a implementação dos 5S e do SMED, é possível fazer uma comparação (embora que relativa) aos tempos de *setup*. Para o efeito foram utilizados dados do mês de Setembro, altura em que a metodologia 5S já estava implementada e o SMED numa fase avançada. Os dados são então representados na figura 26.

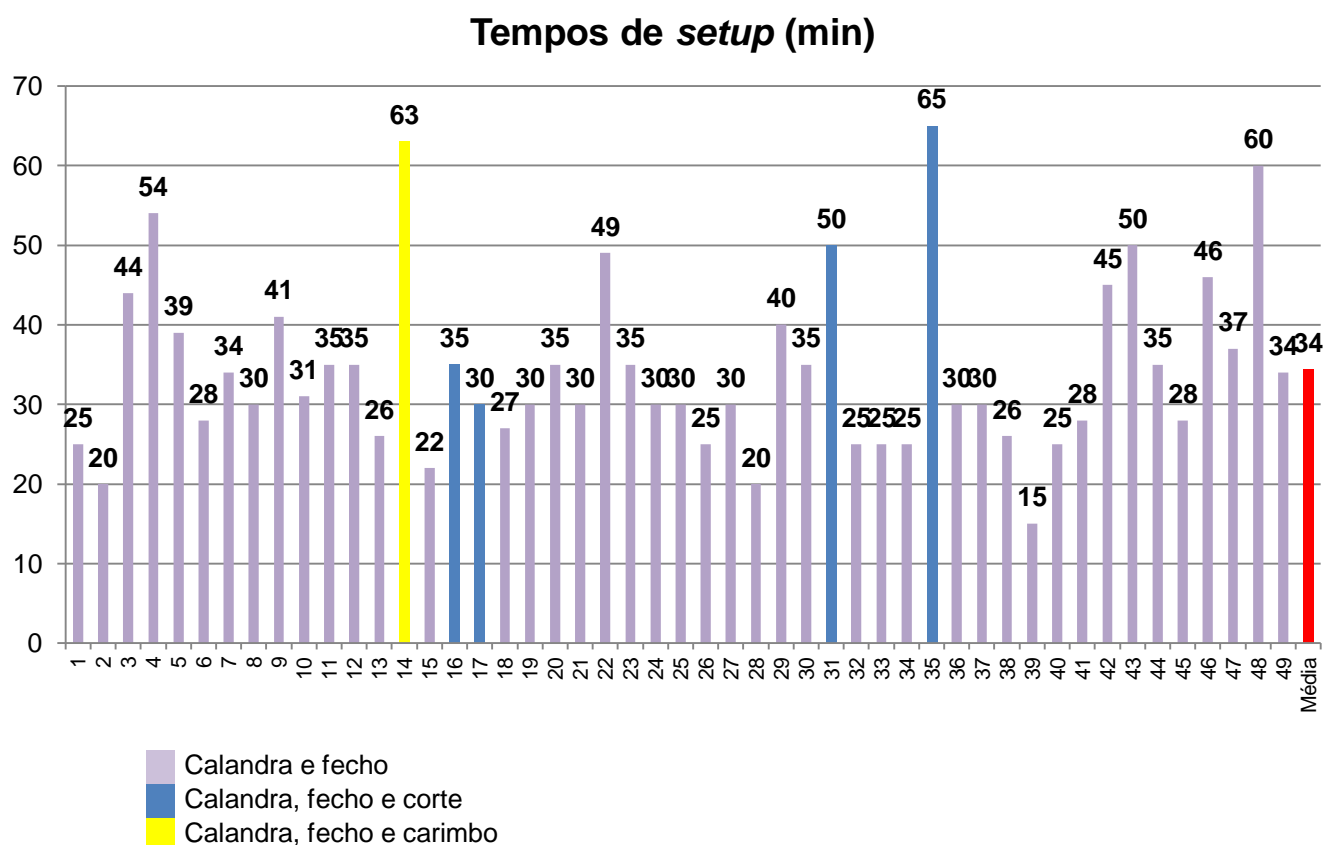


Figura 26 – Tempo dispendido no *setup* no mês de Setembro.

Através da figura 26, podemos concluir que o número de *setups* realizados no mês em questão foi de 49 e a média de 34 minutos. No mês de Setembro a RODI trabalhou vinte dias, o que leva a uma média de *setups*/dia útil cerca de 2,5.

Como já foi referido, com o “ganho” de tempo obtido através da implementação do SMED, este poderia ser utilizado para reduzir o tamanho do lote de produção ou então aumentar a quantidade produzida. Tendo em conta as condições do mercado actual e a diversidade de produtos que a RODI oferece e que tende a aumentar, esta viu-se na necessidade de reduzir o tamanho do lote e, como tal, aumentar o seu número de *setups* diários. Prova disso, é que comparando a média de *setups*/dia útil de Setembro com a de Fevereiro, que se encontrava em 1,7 *setups*/dia útil, houve um aumento de cerca de 31%.

A tabela 8 apresenta o tamanho médio do lote antes e depois do SMED. Estes valores foram obtidos a partir do sistema informático de registo à produção existente na RODI.

Tabela 8 – Comparação do tamanho médio do lote.

	Pré-SMED	Pós-SMED	Diferença (%)
Tamanho médio do lote (aro)	4029	2034	49

Através da análise da tabela anterior constatamos que realmente existiu uma redução do tamanho do lote e que, em termos de percentagem, corresponde a cerca de 49%.

Tal como foi feito no ponto diagnóstico inicial, a partir dos dados da figura 26 é apresentada a tabela 9 que descreve a média para cada conjunto de equipamentos, bem como o desvio padrão.

Tabela 9 – Tempo médio de *setup*/equipamento e desvio padrão associado pós-SMED.

Equipamento	Média (min)	Desvio Padrão
Calandra e fecho	33,00	9,00
Calandra, fecho e corte	45,00	16,00
Calandra, fecho e carimbo	63,00	-
Calandra, fecho, corte e carimbo	-	-

Analisando a tabela verificamos que a média do conjunto calandra e fecho é de 33 minutos e o desvio padrão de 9. Uma vez que cerca de 90% dos *setups* realizados na RODI dizem respeito a este conjunto de equipamentos, é importante reter este valor.

Em seguida, na tabela 10, apresentam-se os resultados reais obtidos com a implementação da metodologia SMED.

Tabela 10 – Ganho de tempo Pós-SMED.

Equipamento	Pré-SMED (min)	Pós-SMED (min)	Ganho (min)
Calandra e fecho	57,31	33,00	24,31
Calandra, fecho e corte	50,00	45,00	5,00
Calandra, fecho e carimbo	77,50	63,00	14,50
Calandra, fecho, corte e carimbo	194,00	-	-

Como podemos verificar pela tabela 10, houve um ganho de tempo em quase todos os conjuntos de equipamentos, à excepção do conjunto calandra, fecho, corte e carimbo, o qual não temos termo de comparação, pois não se verificou qualquer *setup* que englobe os quatro equipamentos em simultâneo no mês de Setembro.

A figura 27, apresenta os valores de Fevereiro e de Setembro de 2011 a partir dos quais se pretende retirar conclusões.

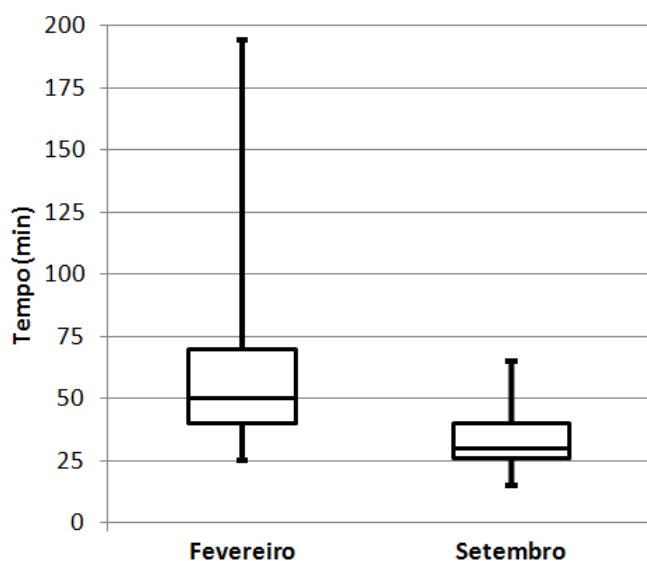


Figura 27 – Boxplot de tempo de *setup* antes e após implementação do SMED.

Analisando a caixa de bigodes paralela é fácil observar que a mediana da amostra no mês de Setembro, 30 minutos, é inferior à mediana da amostra no mês de Fevereiro, 50 minutos. Podemos ainda observar que, tanto a amplitude como a amplitude inter-quartil são inferiores no mês de Setembro, quando comparadas com o mês de Fevereiro. Ou seja, os dados referentes ao mês de Setembro têm uma menor variabilidade e estão mais concentrados.

No futuro pretende-se que estes valores sejam reduzidos, uma vez que através do estudo que foi feito durante este trabalho, aponta-se para uma redução maior do que aquela que foi verificada.

Com o recurso a dados fornecidos pela RODI, que podemos ver na tabela 11, vamos fazer a valorização dos ganhos e do potencial ganho para a secção.

Tabela 11 – Custo posto

Custo posto (€/hora)	65
-----------------------------	----

Como já foi referido, 90% dos *setups* realizados dizem respeito ao conjunto de equipamentos calandra e fecho. Como tal, para este cálculo vamos utilizar os dados desse conjunto de equipamentos. Actualmente, em média são realizados 2,5 *setups*/dia na secção e será este o valor de referência. Para o cálculo do ganho obtido mensalmente, são considerados 20 dias de trabalho. Na tabela 12 estão apresentados os resultados obtidos.

Tabela 12 – Custo *setup*.

	Tempo		Custo	Valor (€)	Custo/dia	Custo/mês
	(min)	(hora)	(€/hora)		(€)	(€)
Pré-SMED	57,31	0,96	65	62,09	155,21	3104,29
Pós-SMED real	33,00	0,55	65	35,75	89,38	1787,50
Pós-SMED estimado	14,20	0,24	65	15,38	38,46	769,17

Para terminar a análise de resultados, podemos concluir que a poupança mensal real neste momento se situa em cerca de 1317€ e que através do estudo realizado se consegue obter um ganho potencial de 2335€ mensalmente.

Para além do ganho monetário, importa salientar o ganho de flexibilidade que advém da implementação do SMED.

6. Conclusões

Efectuando uma retrospectiva global do projecto de estágio desenvolvido na RODI, é possível afirmar que a generalidade dos objectivos propostos foram cumpridos, e a avaliação global do projecto foi positiva. A realização do projecto não só proporcionou a aquisição de novos conhecimentos e experiências na área *lean*, metodologia importante na criação de fluxo, como também a compreensão global das metodologias 5S e SMED.

A metodologia *lean* tem uma forte base de senso comum na organização e distribuição das tarefas. O objectivo desta implementação era a diminuição dos tempos de *setup*, aumento da eficiência da máquina, da flexibilidade e normalização das tarefas de *setup* para eliminar variabilidade e capacidade de resposta ao cliente.

As melhorias implementadas aperfeiçoaram as condições de trabalho dos operadores e a motivação e envolvimento no projecto foi crescente, embora, numa fase inicial, a resistência à mudança por parte dos mesmos tenha sido bastante forte.

É importante realçar que as melhorias eram de baixo custo, não havendo necessidade de implementação de melhorias tecnológicas significativas.

A aplicação da metodologia SMED permitiu efectuar o diagnóstico dos *setups* na RODI, foram criadas instruções de trabalho que contêm os procedimentos e as tarefas a realizar antes e após o *setup*, com o objectivo de reduzir o seu tempo total. As ferramentas necessárias para cada máquina foram identificadas e normalizadas, existe agora uma base de trabalho futuro.

Neste trabalho foi apresentada a importância da redução de tempos de *setup*, através do uso directo das técnicas propostas pelo SMED. Concluiu-se que com a separação das operações externas das internas, a conversão de operações internas em externas, as melhorias organizacionais, as melhorias do planeamento de produção e o empenho da administração é possível obter ganhos elevados. No caso da RODI, a redução real do tempo de *setup* já é considerável, e representa uma poupança na ordem dos 1317€ mensalmente. Através do estudo realizado a poupança pode ainda ser maior, ou seja, cerca de 2335€/mês.

É importante para o sucesso dos projectos de melhoria continua o envolvimento da gestão de topo, só assim todas as pessoas irão acreditar que o projecto é importante, da responsabilidade de todos e para todos.

Finalizo a minha reflexão sobre este relatório com algumas impressões que fiquei ao longo deste estudo. Este tipo de projectos, na minha opinião, trazem muitas vantagens quer à empresa quer ao aluno pois, por um lado, a empresa fica consciente de que há sempre

um caminho a percorrer para melhorar a produtividade e, por outro, que este caminho pode ser percorrido em paralelo com auxílio de instituições académicas. Para mim, este trabalho representou um início de uma nova vida, a vida de trabalho, pois assumi durante todo o tempo que estive na empresa um horário de trabalho e uma relação sempre como profissional com toda a gente, o que me fez conhecer muito mais sobre o mundo de trabalho, no que respeita a relação com colaboradores, as reuniões, entre outras coisas.

Pelo exposto é de admitir que o trabalho poderá eventualmente ter um impacto positivo, quer no quotidiano da empresa, quer no meu quotidiano profissional, quer na perspectiva académica.

Em termos de investigação futura seria recomendável que as metodologias aqui implementadas fossem difundidas a outras secções da RODI, sempre com vista a uma melhoria contínua.

Bibliografia e Webgrafia

5S Workplace Organisation. *5S Workplace Organisation*. Obtido em 22 de Setembro de 2011, de Web site: <http://www.tpfeurope.com/cms/view/44>.

Almeida, R. M. (2010). *Lean Manufacturing: Melhorar o Desempenho de Linhas de Produção*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro, Aveiro.

Cardoso, R. M. (2009). *Implementação da Filosofia Lean Production Através dos Sistemas Pull*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro, Aveiro.

Carvalho, M. T. (2010). *Lean Manufacturing na Indústria de Revestimentos de Cortiça*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

Couto, R. J. (2008). *Estudo de Implementação do Método SMED e do Método de Taguchi no Processo de Injecção de Plásticos*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.

Ford, H., & Crowther, S. (1922). *My Life and Work*. New York: Garden City Publishing Company.

Gest, G., Culley, S., McIntosh, R., Mileham, A., & Owen, G. (1995). Review of Fast Tool Change Systems. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, Vol. 8, n. 3, pp. 205-210.

Institute of Industrial Engineers. (2011). *ByLaws*. Obtido em 10 de Agosto de 2011, de Web site da IIE: <http://www.iienet2.org/Details.aspx?id=283>.

Lopes, R., Neto, C., & Pinto, J. P. (2006). Quick Changeover: Aplicação prática do método SMED.

McIntosh, R., Culley, S., Mileham, A., & Owen, G. (2001). Changeover Improvement: A maintenance perspective. *International Journal of Production Economics*, pp.153-163.

Monden, Y. (1984). *Produção Sem Estoques: Uma Abordagem Prática ao Sistema de Produção da Toyota*. São Paulo: IMAM.

Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just_In_Time*. Georgia: Institute of Industrial Engineers.

Mota, P. M. (2007). *Estudo e Implementação da Metodologia SMED e o seu Impacto numa Linha de Produção*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Moxaham, C., & Greatbacks, R. (2001). Prerequisites for the Implementation of the SMED Methodology. *International Journal of Quality & Reliability Management* , Vol. 18, n. 4, pp. 404-414.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System - Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.

Pais, G. C. (2008). *Estudo e Implementação da Metodologia SMED na Inplas*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro, Aveiro.

Perez, A. I. (2009). *Implementação da Metodologia SMED nas Unidades de Produção de Embalagens de Cartão*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro, Aveiro.

Pinto, J. (2008). *Lean Thinking - Criar Valor Eliminando Desperdício*.

Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean - A Filosofia Vencedora das Organizações Vencedoras*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas.

Rodrigues, P. N. (2010). *Filosofia Lean na ILHAPLAST*. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Aveiro, Aveiro.

Satolo, E., & Calarge, F. (2008). Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais. *Exacta* , Vol.6, n. 2, pp. 283-296.

Sebrosa, R. (2008). *Modelo de Avaliação das Condições de Aplicação da Produção Magra: O caso da Indústria Gráfica*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.

Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint*. New York: Productivity Press.

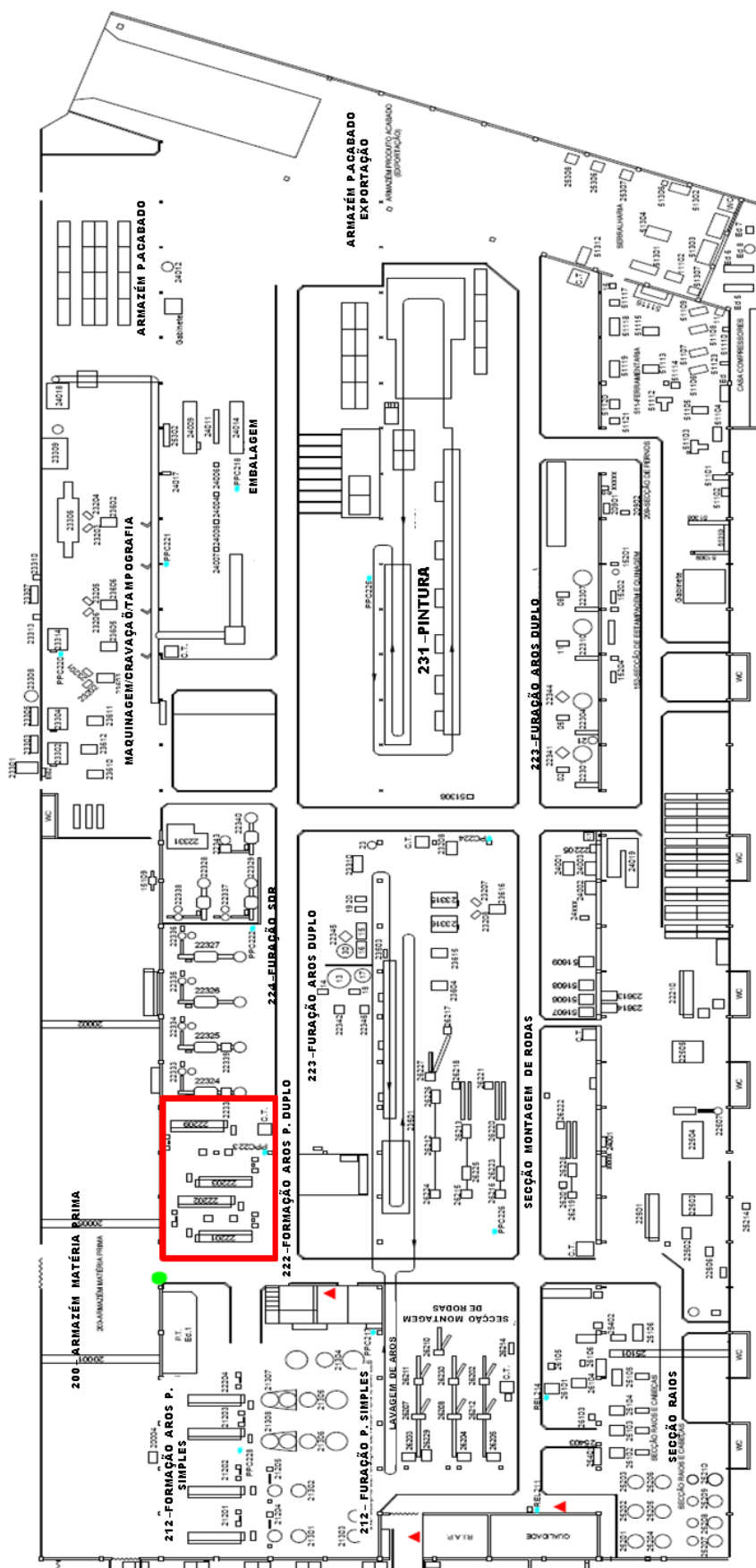
Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): Análise Crítica e Estudo de Caso. *Gestão e Produção* , Vol. 14, n. 2, pp. 323-335.

Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: McGraw-Hill.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. London: Simon & Schuster.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World*. New York: Macmillan Publishing Company.

Anexo A – Layout



Anexo B – Auditoria 5S



Resultado da auditoria 5S

Data da auditoria: 2011/11/09		Secção: 222 - Calandragem P. Duplo				
Hora: 15h		Auditores: Ana Maria Daniel Couto Luis Costa Paulo Ferreira				
5 "S"		Nr.	Descrição	Não Conformidade	Sugestão de melhoria	Classificação
Seiri - Classificar	"Separar claramente o que é necessário do desnecessário e eliminar este último."	1	No local de trabalho existem apenas materiais e/ou objectos necessários para a execução do trabalho?	Ventoinhas no posto	Não sendo necessárias têm que ser arrumadas num local adequado. Definir local	13,0
		2	Existe material ou produto não conforme no local de trabalho?	Algumas barras não conformes fora da zona prevista	Colocar o material não conforme na zona prevista	
		3	O acesso a itens utilizados todos os dias é adequado?			
		4	Itens na zona de informação estão actualizados?			
		5	Componentes em bordo de linha estão todos em utilização?	Femos não utilizados para a OF em curso	Definir localização adequada no armário dos femos	
Seiton - Organizar	"Organizar e identificar tudo o que é necessário e facilitar o seu uso."	6	Existem materiais "espalhados" pelo chão?			13,7
		7	Os materiais, equipamentos, ferramentas estão bem armazenados, livres de deteriorização, humidade e	Ventoinhas no chão	Não sendo necessárias têm que ser arrumadas num local adequado. Definir local	
		8	Os materiais, equipamentos, ferramentas estão em locais próprios e bem localizados, facilitando o seu acesso?	Ventoinhas no chão, uma vez que não existe local definido	Definir localização	
		9	Produtos em geral, equipamentos, materiais estão identificados?	Alguns recipientes sem identificação, caso do óleo e do xilol	Identificar todos os recipientes	
		10	Existe localização definida para o material não conforme?			
Seiso - Limpar	"Áreas de trabalho limpas melhoram a moral dos operadores e mantêm os materiais desnecessários fora do posto de trabalho."	11	Existem equipamentos, utensílios, ferramentas, etc. sujos ou em mau estado de conservação?	Algumas ferramentas e parafusos sujos na gaveta	Quando se coloca o material na gaveta deve-se limpar o mesmo	12,0
		12	Existe óleo, água ou produtos químicos derramados pelo chão?	Algum óleo		
		13	Paredes, máquinas ou equipamentos em geral necessitam de pinturas ou limpeza?	Pintura de calandra e máquinas de fecho	Pintar calandras e máquinas de fecho, que permite melhorar o aspecto da secção	
		14	Existe lixo espalhado pelo chão?	Limalha, restos de barra, resultantes do corte	Procurar diminuir a limalha libertada	
		15	Fios e cabos estão protegidos e não incomodam?			
Seiketsu - Padronizar	"Definir regras por forma a garantir os 3 "S" anteriores."	16	Existe um programa de auditorias? Existe plano de limpeza actualizado?			13,3
		17	Novos métodos são propostos e testados continuamente?	Algumas sugestões são propostas, mas não testadas	Passar algumas das sugestões do papel à prática e analisar os resultados das mesmas	
		18	Documentação de procedimentos padrão é visível nos postos de trabalho?	Colocado em placard para consulta	Analisar se será necessário colocá-lo em cada posto	
		19	Seguimento dos resultados das auditorias existe e está actualizado?			
		20	O equipamento é mantido e operado de acordo com procedimentos padrão?	Modos operativos desactualizados	Actualizar/Refazer modos operativos	

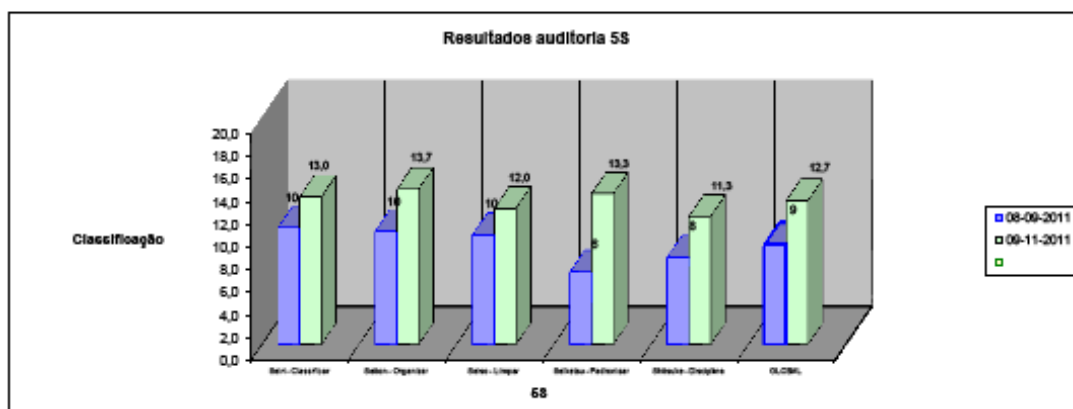
Resultado da auditoria 5S

Shitsuke - Disciplina	21	Operadores têm conhecimento da metodologia 5S?	Têm conhecimento, contudo têm dificuldade em associar o conceito à metodologia	Continuar a realçar a importância da metodologia na RODi
	22	Os pisos, áreas de trabalho e equipamentos estão limpos, sem ser dito?		
	23	As pessoas trabalham para a melhoria dos processos?	Existe participação na melhoria, no entanto, ainda não é a desejada	Procurar aumentar ainda mais o envolvimento de todos na melhoria, através de algum diálogo
	24	As pessoas seguem os padrões estabelecidos?		
	25	Existe participação activa nos esforços 5S?	Verifica-se falta de interiorização do modelo	Continuar com o caminho que se está a percorrer, tornando os 5S uma rotina

"Todos os operadores no posto entendem o que fazer e quando fazer."

11,3

< 10 **Mau**
10 - 15 **Aceitável**
15 - 20 **Bom**



GLOBAL

12,7

< 10 **Mau**
10 - 15 **Aceitável**
15 - 20 **Bom**

Resumo Auditoria	
Pontos Fortes	Melhoria continua quer na boa organização global da secção, quer na libertação de espaço
Pontos Fracos	A não interiorização total do modelo
Sugestões de melhoria	Continuar a interagir com os operadores, por forma, a que todos entendam o que fazer e quando fazer, como se de uma rotina de boas práticas se trata-se

Próxima auditoria: Jan-12

Anexo C – Registo de tarefas



Levantamento de tarefas de *SETUP*

Nº Seq.	Descrição Operação	Hora Ini.	Hora Fim	Tempo	Op. Ext. / Int.	Observação
1	Último aro conforme	0:00:00	0:00:00			
2	Trocar perfil	0:00:00	0:10:20	0:10:20	I	Perfil novo deve estar pronto a ser colocado no alimentador
3	Tirar rolo	0:10:20	0:10:51	0:00:31	I	
4	Buscar novo rolo	0:10:51	0:12:32	0:01:41	I	Preparar ferramenta
5	Colocar novo rolo	0:12:32	0:13:08	0:00:36	I	
6	Pensar que operação vai fazer	0:13:08	0:13:21	0:00:13	I	Definir sequência de operações
7	Desapertar parafusos do molde	0:13:21	0:16:34	0:03:13	I	
8	Chamar alguém para ajudar a retirar o molde	0:16:34	0:17:04	0:00:30	I	Falta de coordenação
9	Retirar molde e "arrumar"	0:17:04	0:17:47	0:00:43	I	
10	Limpar máquina de corte	0:17:47	0:17:57	0:00:10	I	
11	Foi buscar o novo molde	0:17:57	0:18:18	0:00:21	I	
12	Apertar parafusos do molde	0:18:18	0:22:16	0:03:58	I	
11	Ajustar paralelas	0:22:16	0:24:39	0:02:23	I	
12	Afinar calandra	0:24:39	0:29:47	0:05:08	I	Utilização de escalas
13	Procurar chave de um buraco	0:29:47	0:30:30	0:00:43	I	
14	Afinar molde	0:30:30	0:34:24	0:03:54	I	
15	Procura chave para desmontar guia	0:34:24	0:35:36	0:01:12	I	Preparar ferramenta com antecedência
16	Desmontar guia	0:35:36	0:37:30	0:01:54	I	
17	Buscar nova guia	0:37:30	0:40:23	0:02:53	I	Ver qual a guia que encaixa melhor no aro
18	Montar guia	0:40:23	0:43:25	0:03:02	I	
19	Fechar aro e medir	0:43:25	0:44:03	0:00:38	I	
20	Afinar guia	0:44:03	0:56:51	0:12:48	I	Guia tem que se ajustar ao modelo
21	Primeiro aro conforme	0:56:51	0:56:51			

	Calandra
	Fecho
	Corte
	Carimbo

Anexo D – Registo de tarefas



Levantamento de tarefas de *SETUP*

Nº Seq.	Descrição Operação	Hora Ini.	Hora Fim	Tempo	Op. Ext. / Int.	Observação
1	Último aro conforme	0:00:00	0:00:00			
2	Trocar perfil	0:00:00	0:09:47	0:09:47	I	Perfil novo deve estar pronto a ser colocado no alimentador
3	Tirar rolo	0:09:47	0:10:22	0:00:35	I	
4	Buscar novo rolo	0:10:22	0:11:21	0:00:59	I	
5	Colocar novo rolo	0:11:21	0:11:58	0:00:37	I	
6	Retirar fita	0:11:58	0:12:48	0:00:50	I	Não é necessária a fita
7	Procurar chave para desmontar carimbo	0:12:48	0:14:00	0:01:12	I	
8	Retirar carimbo	0:14:00	0:15:30	0:01:30	I	
9	Colocar carimbo novo	0:15:30	0:16:48	0:01:18	I	
10	Ajustes no carimbo	0:16:48	0:19:27	0:02:39	I	
11	Colocar fita	0:19:27	0:20:25	0:00:58	I	Não é necessária a fita
12	Ajustar paralelas	0:20:25	0:22:25	0:02:00	I	
13	Afinar calandra	0:22:25	0:26:52	0:04:27	I	
14	Afinar carimbo	0:26:52	0:39:12	0:12:20	I	Utilização de escalas
15	Trocar guia	0:39:12	0:46:07	0:06:55	I	
16	Fechar aro e medir	0:46:07	0:46:45	0:00:38	I	
17	Afinar guia	0:46:45	0:59:06	0:12:21	I	Guia tem que se ajustar ao modelo
18	Primeiro aro conforme					

	Calandra
	Fecho
	Corte
	Carimbo

Anexo E – Registo de tarefas



Levantamento de tarefas de *SETUP*

Nº Seq.	Descrição Operação	Hora Ini.	Hora Fim	Tempo	Op. Ext. / Int.	Observação
1	Último aro conforme	0:00:00	0:00:00			
2	Trocar perfil	0:00:00	0:08:57	0:08:57	I	Perfil novo deve estar pronto a ser colocado no alimentador
3	Tirar rolo	0:08:57	0:09:32	0:00:35	I	
4	Buscar novo rolo	0:09:32	0:10:31	0:00:59	I	
5	Colocar novo rolo	0:10:31	0:11:08	0:00:37	I	
6	Fica à espera que o perfil chegue	0:11:08	0:16:32	0:05:24	I	Perfil novo deve estar pronto a ser colocado no alimentador
7	Ajustar paralelas	0:16:32	0:18:13	0:01:41	I	
8	Afinar calandra	0:18:13	0:23:10	0:04:57	I	
9	Trocar guia	0:23:10	0:30:05	0:06:55	I	
10	Fechar aro e medir	0:30:05	0:30:43	0:00:38	I	
11	Afinar guia	0:30:43	0:41:04	0:10:21	I	Guia tem que se ajustar ao modelo
12	Primeiro aro conforme					

	Calandra
	Fecho
	Corte
	Carimbo

Anexo F – Folha de Parâmetros: Calandra





SMED

FOLHA DE CONTROLO DE PARÂMETROS

Secção: 222 - Calandragem de perfil duplo

Equipamento: Calandra

Modelo/ Especificação	Parametro 1 	Parametro 2 	Informação de apoio	Data Rev.
28 AIRLINE 1x19 Natural (...41R)	3,8	3,65	A121; Rolo nº28 virado para dentro; rolo A para fora	22-Set
28 AIRLINE 4 Natural (...44R)	3,6	4,15	A121; Rolo nº20 virado para fora; rolo conjunto	23-Set
28 EXC. XC Natural (...27R)	4,5	4	A121; Rolo nº72 virado para dentro; rolo A	16-Set
28 EXC.2 XC Natural (...33R)	4,45	4	A121; Rolo nº12 virado para dentro; rolo A	14-Set
28 FREEWAY Natural (...60R)	4,15	3,75	A121; Rolo nº44 virado para fora; rolo A para fora	28-Set
28 FREEWAY Prata (...60R)	4,15	4,05	A121; Rolo nº38 virado para fora; rolo A para fora	20-Set
28 HYPNO Natural (...23R)	4,25	3,8	A121; Rolo nº73 virado para fora; rolo B para dentro	22-Set
28 STYLUS Natural (...51R)	4	3,5	A121; Rolo nº3 virado para dentro; rolo A	13-Set
28 FW DISC Natural (...42R)	4,3	4,2	A121; Rolo nº43 virado para fora; rolos não marcados	29-Set
28 WEB x 21 Natural (...61R)	4,25	3,75	A121; Rolo nº56 virado para fora; rolo A para dentro	29-Set
28 WEB x 19 Natural (...60R)	4,2	3,8	A121; Rolo nº5 virado para fora; rolo A para fora	03-Out
28 VR17 Natural (...29R)	4	3,5	A121; Rolo nº45 virado para fora ; rolo B para dentro	11-Out
28 VR17 Prata (...29R)	4	3,55	A121; Rolo nº45 virado para fora ; rolo B para dentro	12-Out
28 WEGALDUE Natural (...68R)	4,5	3,4	A121; Rolo nº74 virado para fora ; rolo conjunto	13-Out
28 VISION Prata (...63R)	4,25	3,7	A121; Rolo nº 8 virado para fora; rolo B para dentro	20-Out
28 VISION Natural (...63R)	4,25	3,7	A121; Rolo nº 8 virado para fora; rolo B para dentro	21-Out

Anexo G – Folha de Parâmetros: Carimbo

**SMED****FOLHA DE CONTROLO DE PARÂMETROS**

Secção: 222 - Calandragem de perfil duplo

Equipamento: Carimbo "B"

[illegible]

Anexo H – Instrução de Trabalho: Calandra




Instrução de Trabalho

Troca de ferramenta

Secção: 222- Calandragem de Perfil duplo

Ver. 0.1.0

Mudança de Rolos da Calandra

Seq.	I/E	Descrição de Operação	Observações
1	E	Mudar perfil - Pedir recolha de perfil restante na mesa da calandra. - Abastecimento com perfil a calandrar.	Indicar nr. de malotes a abastecer. Normalmente são 2 malotes.
	E	Preparar rolos e equipamento - Preparar ferramenta e rolos necessários à realização do setup. - Preparar pasta de "Informação de SETUP". - Transportar rolos a montar e ferramenta para próximo da Calandra.	Em alguns modelos podem usar-se vários rolos, de acordo com as características do perfil.
	I	Parar equipamento - Parar Calandra	
2	I	Desmontar rolo que estiver montado - Desapertar parafuso de fixação do(s) rolo(s) a substituir (2 e/ou 3). - Retirar rolos a substituir - Retirar freio.	
3	I		
4	I	Montar rolos para o perfil a calandrar - Colocar rolos no eixo. - Colocar freio - Colocar anilha e parafuso. - Apertar parafuso	
5	I	Alterar posição do pneumático (caso exista mudança de medida do aro) - Desapertar parafusos. - Alterar posição do pneumático à medida da barra de perfil. - Apertar parafusos.	
6	I	Alterar posição do suporte da barra calandrada (caso exista mudança de medida do aro) - Desapertar parafusos. - Alterar posição do suporte da barra. - Apertar parafusos.	
7	I	Afinar posição das paralelas - Movimentar para trás ou para a frente	
8	I	Afinar calandra - Afinar calandra com os parafusos a, b, c, d para a posição indicada na Folha de controlo (parâmetro 1 e 2) caso exista referência do modelo em questão. Caso contrário, afinar sem apoio da mesma.	
9	E	Revisão de documentação de apoio à mudança - Se existirem alterações ou novas informações de parâmetros, registar na folha de controlo de parâmetros.	
10	E	Arrumar ferramenta e rolos - Arrumar no local próprio o equipamento.	

I-Interna (executada com máquina parada) E-Externa (executada com máquina em funcionamento)

Anexo I – Instrução de Trabalho: Carimbo



Troca de ferramenta

Instrução de Trabalho

Secção: 222- Calandragem de Perfil duplo

Ver. 0.1.0

Mudança de Carimbo

Seq.	I/E	Descrição de Operação	Observações
1	E	Preparar carimbo <ul style="list-style-type: none"> - Verificar disponibilidade de ferramenta necessária. - Escolher rolo de carimbo a mudar. - Desapertar face de fixação das letras. - Colocar letras e números necessários a impressão. - Apertar face de fixação das letras. - Preparar ferramenta necessária à realização do setup 	
2	I	Parar equipamento <ul style="list-style-type: none"> - Parar Calandra 	
3	I	Desmontar carimbo que estiver montado <ul style="list-style-type: none"> - Desapertar parafuso de fixação do carimbo - Retirar carimbo 	Se o carimbo não estiver em uso, pode ser desmontado antes do período de setup.
4	I	Montar carimbo <ul style="list-style-type: none"> - Colocar carimbo na posição de fixação - Colocar parafuso de fixação ao centro do carimbo - Colocar mola na posição de funcionamento e completar a fixação do carimbo apertando o parafuso - Rodar a porca de contra aperto 	Se o carimbo não estiver em uso, pode ser montado antes do período de setup.
5	I	Afinar posição de rotação do carimbo	
6	I	Alterar posição de suporte da barra <ul style="list-style-type: none"> - Desapertar (aliviar apenas) parafusos de fixação do sistema pneumático (a, b), existentes em ambos os lados da peça. - Alterar manualmente a posição do sistema pneumático, para a posição indicada na Folha de controlo (parâmetro 1), para o modelo a fabricar. - Apertar o parafuso de fixação (a). 	
7	I	Alterar posição de elevação do carimbo <ul style="list-style-type: none"> - Desapertar parafusos (c). - Desapertar porca de contra-aperto do parafuso (4). - Alterar a posição de elevação do carimbo rodando com a chave o parafuso elevador, para a posição indicada na Folha de controlo (parâmetro 4). - Fixar posição com porca de contra-aperto do parafuso (4). - Apertar 4 parafusos (c). 	
8	I	Alterar posição horizontal do carimbo <ul style="list-style-type: none"> - Se o parafuso direito do sistema pneumático estiver apertado, aliviar o aperto (b). - Desapertar porca de contra-aperto do parafuso (2). - Alterar a posição de afastamento do carimbo rodando com a chave o parafuso, para a posição indicada na Folha de controlo (parâmetro 2). - Fixar posição com a porca de contra-aperto do parafuso (2). - Apertar parafuso (b). 	
9	I	Alterar posição de inclinação do carimbo <ul style="list-style-type: none"> - Desapertar parafusos de fixação da inclinação do carimbo. - Alterar a posição de inclinação do carimbo rodando o parafuso, para a posição indicada na Folha de controlo (parâmetro 3). - Apertar parafusos. 	
10	E	Revisão de documentação de apoio à mudança <ul style="list-style-type: none"> - Se existirem alterações ou novas informações de parâmetros, registar na folha de controlo de parâmetros. 	
11	E	Arrumar ferramenta <ul style="list-style-type: none"> - Arrumar no local próprio o equipamento e ferramenta utilizada. 	

I-Interna (executada com máquina parada) E-Externa (executada com máquina em funcionamento)

Pág. 1

Anexo J – Instrução de Trabalho: Fecho



Instrução de Trabalho

Troca de ferramenta

Secção: 222- Calandragem de Perfil duplo

Ver. 0.1.0

Mudança de Guia e/ou cinta

Seq.	I/E	Descrição de Operação	Observações
1	E	Preparar guia e/ou cinta - Transportar guia e/ou cinta para próximo da máquina de fecho. - Sempre que possível a guia já deve vir montada na cinta. - Preparar ferramenta necessária à realização do <i>setup</i> .	
2	I	Parar equipamento - Parar máquina de fecho.	
3	I	Desmontar cinta que estiver montada - Desapertar parafusos de fixação da cinta. - Retirar cinta a substituir.	
4	I	Desmontar guia (caso a cinta seja a mesma) - Desapertar parafusos de fixação da guia. - Retirar guia.	
5	I	Montar guia (caso a cinta seja a mesma) - Colocar guia na posição desejada. - Apertar parafusos de fixação da guia.	
6	I	Montar cinta - Colocar cinta na posição desejada. - Apertar parafusos de fixação da cinta.	
7	E	Arrumar ferramenta e guia e/ou cinta - Arrumar no local próprio o equipamento.	

I-Interna (executada com máquina parada) E-Externa (executada com máquina em funcionamento)

Anexo K – Instrução de Trabalho: Corte



Instrução de Trabalho

Troca de ferramenta

Secção: 222- Calandragem de Perfil duplo

Ver. 0.1.0

Mudança de Molde de Corte

Seq.	I/E	Descrição de Operação	Observações
1	E	Preparar molde - Transportar molde para próximo da máquina de corte. - Preparar ferramenta necessária à realização do <i>setup</i> .	
2	I	Parar equipamento - Parar máquina de corte.	
3	I	Desmontar molde que estiver montado - Desapertar parafusos de fixação do molde. - Retirar molde a substituir.	
4	I	Montar molde - Colocar molde na máquina. - Apertar parafusos de fixação do molde.	
5	I	Afinar máquina de corte - Afinar molde. - Apertar parafusos em falta.	
6	E	Arrumar molde e ferramenta - Arrumar molde antigo e ferramenta.	

I-Interna (executada com máquina parada) E-Externa (executada com máquina em funcionamento)